

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6339247号  
(P6339247)

(45) 発行日 平成30年6月6日(2018.6.6)

(24) 登録日 平成30年5月18日(2018.5.18)

(51) Int.Cl.	F I	
HO 1 L 21/027 (2006.01)	HO 1 L 21/30	5 4 1 B
GO 3 F 7/20 (2006.01)	HO 1 L 21/30	5 4 1 W
HO 1 J 37/305 (2006.01)	GO 3 F 7/20	5 0 4
HO 1 J 37/147 (2006.01)	HO 1 J 37/305	B
	HO 1 J 37/147	C
請求項の数 31 外国語出願 (全 31 頁)		

(21) 出願番号	特願2017-4288 (P2017-4288)	(73) 特許権者	505152479
(22) 出願日	平成29年1月13日 (2017.1.13)		マップパー・リソグラフィー・アイピー・ビー・ブイ。
(62) 分割の表示	特願2014-508307 (P2014-508307) の分割		オランダ国、2628 エックステー・デルフト、コンピューターラーン 15
原出願日	平成24年4月26日 (2012.4.26)	(74) 代理人	100108855
(65) 公開番号	特開2017-108146 (P2017-108146A)		弁理士 蔵田 昌俊
(43) 公開日	平成29年6月15日 (2017.6.15)	(74) 代理人	100103034
審査請求日	平成29年2月13日 (2017.2.13)		弁理士 野河 信久
(31) 優先権主張番号	61/479, 475	(74) 代理人	100153051
(32) 優先日	平成23年4月27日 (2011.4.27)		弁理士 河野 直樹
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100179062
(31) 優先権主張番号	2007604		弁理士 井上 正
(32) 優先日	平成23年10月14日 (2011.10.14)	(74) 代理人	100189913
(33) 優先権主張国	オランダ (NL)		弁理士 鶴飼 健
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 一つ以上の荷電粒子ビームのマニピュレーションのためのマニピュレーターデバイスを提供している荷電粒子システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

一つ以上の荷電粒子ビームのマニピュレーションのためのマニピュレーターデバイスを備えた荷電粒子システムであって、前記マニピュレーターデバイスは、

マニピュレーターのアレイを備えた平面基板を備えており、各マニピュレーターは、貫通開口を前記平面基板の平面に備えており、各貫通開口は、少なくとも一つの荷電粒子ビームを通過させるために配されており、各貫通開口には、前記貫通開口の周囲に配された電極が設けられており、前記電極は、前記貫通開口の周囲の第一の部分に沿った多重第一電極の第一のセットと、前記周囲の第二の部分に沿った多重第二電極の第二のセットとに配され、

複数のペアの電極に電圧差を供給するために配された、前記平面基板と統合された複数の電子コントロール回路を備えており、各ペアは、前記第一のセットからの一つの第一電極と前記第二のセットからの第二電極とからなり、前記貫通開口を横切って均質な電場を供給するために、前記電圧差の供給は、前記貫通開口の前記周囲に沿った前記第一電極及び第二電極の位置に依存しておこなわれ、

前記平面基板には、各貫通開口のところに、間に電氣的絶縁層を含む複数のメタル層が設けられ、前記メタル層の各々が、前記貫通開口の周囲に一つのセットの電極を提供し、互いの上に配された前記複数のメタル層の個々の電極が、ビアによって相互接続されている、荷電粒子システム。

【請求項 2】

前記マニピュレーターのアレイの前記多重第一電極の第一のセットと前記多重第二電極の第二のセットとに配された前記電極と、前記電子コントロール回路とは、単一のCMOSデバイスを形成している、請求項1に記載の荷電粒子システム。

【請求項3】

前記電極はチップとして作製されており、前記メタル層は前記電極に電圧を供給するために使用され、前記ビアが前記メタル層の間の接続を提供し、前記メタル層は、前記ビアと一緒に、前記貫通開口の各々の内側表面に延びた柱を形成している、請求項1又は2に記載の荷電粒子システム。

【請求項4】

前記メタル層は、間に電氣的絶縁層が設けられた6つのメタル層を含む、請求項1、2又は3に記載の荷電粒子システム。

10

【請求項5】

前記電子コントロール回路は、それぞれの前記ペアの電極の第一電極と第二電極との間の距離に応じて前記ペアの電極に前記電圧差を供給するために配されている、請求項1ないし4のいずれか1項に記載の荷電粒子システム。

【請求項6】

前記電圧差は、前記距離に正比例している、請求項5に記載の荷電粒子システム。

【請求項7】

前記周囲の前記第一の部分と前記周囲の前記第二の部分との間に平面が定められ、前記ペアの前記第一電極は、前記平面に対して、前記ペアの前記第二電極の反対側に配置されている、請求項1ないし6のいずれか1項に記載の荷電粒子システム。

20

【請求項8】

前記電子コントロール回路は、それぞれの電極に電圧を供給するための電圧分割器として配されたオペレーショナルアンプのフィードバック抵抗体を備えており、前記オペレーショナルアンプ及び前記フィードバック抵抗体は、前記平面基板と統合されている、請求項1ないし7のいずれか1項に記載の荷電粒子システム。

【請求項9】

前記マニピュレーターデバイスはクロストークシールドを備えており、前記クロストークシールドは、平面シールド基板を備えており、前記平面シールド基板は、貫通開口のアレイを前記平面シールド基板の平面に備えており、前記平面シールド基板の前記貫通開口は、前記平面基板の前記貫通開口と整列されて配されている、請求項1ないし8のいずれか1項に記載の荷電粒子システム。

30

【請求項10】

カレントリミッター開口のアレイを備えた平面カレントリミッター基板をさらに備えており、前記平面カレントリミッター基板は、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板の上方に配されており、前記カレントリミッター開口は、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板の前記貫通開口と整列されて配されており、前記カレントリミッター開口は、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板の前記貫通開口よりも小さい、請求項1ないし9のいずれか1項に記載の荷電粒子システム。

【請求項11】

40

冷却流体を輸送するための冷却チューブをさらに備えており、前記冷却チューブは、前記少なくとも一つのカレントリミッター開口に隣接して配されており、前記冷却チューブは、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板の平面表面に配されている、請求項10に記載の荷電粒子システム。

【請求項12】

前記マニピュレーターデバイスは、前記複数の荷電粒子ビームのうちの前記一つ以上の荷電粒子ビームをx方向に偏向するために配された第一のマニピュレーターデバイスであり、

荷電粒子システムは、前記一つ以上の荷電粒子ビームをy方向に偏向するために配された第二のマニピュレーターデバイスをさらに備えており、前記x方向は前記y方向に垂直

50

であり、前記第二のマニピュレーターデバイスは平面基板を備えており、前記平面基板は、少なくとも一つの貫通開口を前記平面基板の平面に備えており、各貫通開口は、少なくとも一つの荷電粒子ビームを通過させるために配されており、前記第二のマニピュレーターデバイスは、前記第一のマニピュレーターデバイスに平行に、前記第一のマニピュレーターデバイスに隣接して配されており、前記第二のマニピュレーターデバイスの前記少なくとも一つの貫通開口は、前記第一のマニピュレーターデバイスの前記少なくとも一つの貫通開口と整列されて配されている、請求項 1 ないし 11 のいずれか 1 項に記載の荷電粒子システム。

【請求項 13】

冷却流体を輸送するための冷却チューブをさらに備えており、前記冷却チューブは、前記第一のマニピュレーターデバイスと前記第二のマニピュレーターデバイスとの間に配されている、請求項 12 に記載の荷電粒子システム。

10

【請求項 14】

少なくとも一つの第一の平面レンズ開口を備えた第一の平面レンズ基板をさらに備えており、前記少なくとも一つの第一の平面レンズ開口は、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板の前記少なくとも一つの貫通開口と整列されて配されており、前記第一の平面レンズ基板は、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板の上方に、前記平面基板と平行に配されており、

少なくとも一つの第二の平面レンズ開口を備えた第二の平面レンズ基板をさらに備えており、前記少なくとも一つの第二の平面レンズ開口は、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板の前記少なくとも一つの貫通開口と整列されて配されており、前記第二の平面レンズ基板は、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板の下方に、前記平面基板と平行に配されており、

20

荷電粒子システムは、前記荷電粒子ビームのためのアインツェルレンズを生成するために、前記第一の平面レンズ基板と前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板との間に、及び、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板と前記第二の平面レンズ基板との間に電圧差を供給するために配されている、請求項 1 ないし 13 のいずれか 1 項に記載の荷電粒子システム。

【請求項 15】

前記マニピュレーターデバイスは、第一のマニピュレーターデバイスと第二のマニピュレーターデバイスを備えており、

30

前記第一のマニピュレーターデバイスは、複数の荷電粒子ビームのうちの一つ以上の荷電粒子ビームを x 方向に偏向するために配されており、前記第一のマニピュレーターデバイスは平面基板を備えており、前記平面基板は、少なくとも一つの貫通開口を前記平面基板の平面に備えており、各貫通開口は、少なくとも一つの荷電粒子ビームを通過させるために配されており、

前記第二のマニピュレーターデバイスは、前記複数の荷電粒子ビームのうちの一つ以上の荷電粒子ビームを y 方向に偏向するために配されており、前記第二のマニピュレーターデバイスは平面基板を備えており、前記平面基板は、少なくとも一つの開口を前記平面基板の平面に備えており、各貫通開口は、少なくとも一つの荷電粒子ビームを通過させるために配されており、前記第二のマニピュレーターデバイスは、前記第一のマニピュレーターデバイスに平行に、前記第一のマニピュレーターデバイスに隣接して配されており、前記第二のマニピュレーターデバイスの前記貫通開口は、前記第一のマニピュレーターデバイスの前記貫通開口と整列されて配されている、請求項 1 ないし 11 のいずれか 1 項に記載の荷電粒子システム。

40

【請求項 16】

冷却流体を輸送するための冷却チューブをさらに備えており、前記冷却チューブは、前記第一のマニピュレーターデバイスと前記第二のマニピュレーターデバイスとの間に配されている、請求項 15 に記載の荷電粒子システム。

【請求項 17】

50

荷電粒子システムが、マルチビーム荷電粒子リソグラフィシステム、電子ビーム顕微鏡、あるいは電子ビーム感応析出デバイスである、請求項 1 ないし 1 6 のいずれか 1 項に記載の荷電粒子システム。

【請求項 1 8】

平面基板を備えており、前記平面基板は、少なくとも一つのマニピュレーターを備えており、前記マニピュレーターは、貫通開口を前記平面基板の平面に備えており、前記貫通開口は、少なくとも一つの荷電粒子ビームを通過させるために配されており、前記貫通開口には、前記貫通開口の周囲に配された複数の電極が設けられており、前記電極は、前記貫通開口の周囲に沿って多重電極として配されており、

前記貫通開口を横切る電場を供給するために、前記電極に電位差を供給するために配された、前記平面基板と統合された複数の電子コントロール回路を備えており、

前記平面基板には、前記貫通開口のところに、間に電氣的絶縁層を含む複数のメタル層が設けられ、前記メタル層の複数の、対応するようにして、前記貫通開口に周囲電極配置を提供し、互いの上に配された前記複数のメタル層の個々の電極が、ビアによって相互接続されている、マニピュレーターデバイス。

【請求項 1 9】

非点収差の修正のために配されている、請求項 1 8 に記載のマニピュレーターデバイス

【請求項 2 0】

前記マニピュレーターデバイスは、システムの荷電粒子光学カラムの光軸にほぼ垂直な平面における偏向のために配されている、請求項 1 8 又は 1 9 に記載のマニピュレーターデバイス。

【請求項 2 1】

前記電極は一様に分配されている、請求項 1 8 ないし 2 0 のいずれか 1 項に記載のマニピュレーターデバイス。

【請求項 2 2】

前記電極の数は、自然数の 2 倍又は自然数の 4 倍に等しい、請求項 1 8 ないし 2 1 のいずれか 1 項に記載のマニピュレーターデバイス。

【請求項 2 3】

前記マニピュレーターデバイスは、クロストークシールドを有し、  
前記クロストークシールドは、平面シールド基板を有し、前記平面シールド基板は、少なくとも一つの貫通開口を前記平面シールド基板の平面に有し、  
前記平面シールド基板の前記少なくとも一つの貫通開口は、前記平面基板の前記少なくとも一つの貫通開口と整列されて配されている、請求項 1 8 ないし 2 2 のいずれか 1 項に記載のマニピュレーターデバイス。

【請求項 2 4】

前記平面基板と前記平面シールド基板との間の距離は、10 マイクロメートル未満であり、前記平面シールド基板の厚さは、前記平面基板の前記少なくとも一つの貫通開口のほぼ直径である、請求項 2 3 に記載のマニピュレーターデバイス。

【請求項 2 5】

前記平面基板と前記平面シールド基板との間の距離は、5 マイクロメートル未満であり、前記平面シールド基板の厚さは、前記平面基板の前記少なくとも一つの貫通開口のほぼ直径である、請求項 2 3 に記載のマニピュレーターデバイス。

【請求項 2 6】

前記平面基板と前記平面シールド基板との間の距離は、3 マイクロメートルであり、前記平面シールド基板の厚さは、前記平面基板の前記少なくとも一つの貫通開口のほぼ直径である、請求項 2 3 に記載のマニピュレーターデバイス。

【請求項 2 7】

前記平面基板の平面に貫通開口のアレイを有する、請求項 1 8 ないし 2 6 のいずれか 1 項に記載のマニピュレーターデバイス。

10

20

30

40

50

## 【請求項 28】

前記電子コントロール回路は、単一のCMOSデバイスを形成している、請求項18ないし27のいずれか1項に記載のマニピュレーターデバイス。

## 【請求項 29】

前記複数の電極が1つのチップとして設けられている、又は前記複数の電極の各々が1つのチップとして設けられている、請求項18ないし28のいずれか1項に記載のマニピュレーターデバイス。

## 【請求項 30】

前記メタル層の一つ以上が、前記電極に電圧を供給するように配置されている、請求項18ないし29のいずれか1項に記載のマニピュレーターデバイス。

10

## 【請求項 31】

ギャップが、前記周囲に沿って隣接電極間に設けられ、

前記貫通開口の前記周囲は、前記電極によって覆われた第一のエリアと、前記ギャップによって覆われた第二のエリアとからなり、

電極対ギャップ比が、前記第一のエリア割る前記第二のエリアによって定められ、

前記電極対ギャップ比は、5ないし15の範囲内にある、請求項18ないし30のいずれか1項に記載のマニピュレーターデバイス。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、一つ以上の荷電粒子ビームのマニピュレーションのためのマニピュレーターデバイスを備えている、マルチビームリソグラフィシステムなどの荷電粒子システムに関する。

20

## 【背景技術】

## 【0002】

(マルチ)電子ビームシステムなどの荷電粒子システムは、高スループットのマスクレスリソグラフィシステム、(マルチ)電子ビーム顕微鏡法および(マルチ)電子ビーム感応析出デバイスのために開発されている。特にマスクレスリソグラフィシステムにとって、個々のビーム変調またはマニピュレーションは、基板へのパターンの描画のあいだに必要とされる。

30

## 【0003】

それらのリソグラフィシステムは、一定周波数または変動周波数において動作する連続源または源のいずれかを備えている。パターンデータはマニピュレーターデバイス(または変調手段)に送られ、それは、必要なときに、発せられたビームがターゲット露光表面に到達するのを完全にまたは部分的に止めることができる。マニピュレーターデバイス(または変調手段)は、ビームの位置、断面、強度、方向および/または開放角度など、発せられたビームの他の特性を変化させるために設けられてもいる。

## 【0004】

好適には、マスクレスリソグラフィシステムは、荷電粒子の発散ビームを発することができる一つの源を備えており、その荷電粒子ビームは開口アレイに方向付けられる。開口アレイは、一つの荷電粒子ビームを複数の荷電粒子ビームまたはビームレットに分割する。複数の荷電粒子を生成するこの方法は、多数の密接離間したビームまたはビームレットを産出するという利点を有している。

40

## 【0005】

しかしながら、そのように密接離間した複数の荷電粒子ビームレットのためのあらゆるマニピュレーターデバイスは、マニピュレーターの密接離間したアレイを必要とする。そのような密接離間したアレイは作製するのが難しい。特に、多くのマニピュレーターをコントロールのための電気回路は、リソグラフィシステムに配するのが難しい。さらに、マニピュレーターと、マニピュレーターの近傍の他の回路の間のクロストークは、ビームのマニピュレーションの誤りを引き起こすことがある。

50

## 【0006】

さらに、荷電粒子ビームを十分な精度で操作することができるマニピュレーターデバイスを作製することは難しいことがある。マニピュレーションデバイスによるマニピュレーションは、マニピュレーションデバイスに基づくビームの射影の正確な個所に依存する。それから、荷電粒子ビームのあらゆるミスアラインメントは、大きいマニピュレーション誤りを招く。

## 【0007】

上記の識別された問題の少なくとも一つについての解決策を少なくとも部分的に提供することが本発明の目的である。

## 【発明の概要】

10

## 【0008】

第一の側面によれば、本発明の目的は、マルチビームリソグラフィシステムなどの荷電粒子システムによって達成され、それは、一つ以上の荷電粒子ビームのマニピュレーションのためのマニピュレーターデバイスを備えており、前記マニピュレーターデバイスは、

- ・平面基板を備えており、それは、少なくとも一つの貫通開口を前記平面基板の平面に備えており、各貫通開口は、少なくとも一つの荷電粒子ビームを通過させるために配されており、各貫通開口には、前記貫通開口の周囲の第一の部分に沿った多重第一電極の第一のセットと、前記周囲の第二の部分に沿った多重第二電極の第二のセットに配された電極が設けられており、また、

- ・一つの第一電極と一つの第二電極の複数のペアに電圧差を前記貫通開口の周囲に沿った前記第一および第二電極の位置に応じて供給するために配された電子コントロール回路を備えている。

20

## 【0009】

荷電粒子ビームは、前記ビームが通過する貫通開口に電場を印加することによって操作（または偏向）され得る。前記電場の特性（たとえば強さと形）は、少なくとも部分的に、前記ビームのマニピュレーションまたは偏向を定める。電場は、前記貫通開口のまわりに配された二つの電極に電圧を印加することによって作り出され得る。その場合、前記電場の強さと形は、それらの電極の間の距離に依存する。前記二つの電極のおのおのを多重電極の一つのセットに分割し、前記貫通開口の周囲に沿ったそれぞれの電極の位置に応じてペアの第一電極と第二電極に電圧差を供給することは、前記貫通開口中の電場の調整を可能にする。適切な電圧分布を提供することによって、たとえば、より均質な電場を前記貫通開口中に得るために、前記電場が最適化され得る。

30

## 【0010】

前記第一多重電極の第一のセットと前記第二多重電極の第二のセットは、おのおの、二つ以上の電極、好適には、 $2n$ の電極（ $n$ は自然数）から成っていてよい。前記電極は、平面基板の中および/または上に部分的に設けられていてよい。

## 【0011】

この分野で知られているマニピュレーターデバイスは、開口の反対側に配された二つの電極を備えている。そのようなマニピュレーターデバイスによって生成される電場は、荷電粒子ビームを十分な精度で操作するには十分に均質ではないことが分かった。前記開口の内側の前記電場の均質性の不足のために、荷電粒子ビームまたはビームレットのマニピュレーションは、前記ビームが前記開口の中に投影される個所に依存する。

40

## 【0012】

このために、ビームは、通常、前記電場の小さい中央部分に投影され、そこでは、前記電場は、だいたい均質である。しかしながら、これは、一つのビームのために比較的大きい貫通開口を必要とし、また、前記貫通開口の中央部分だけが、ビームを通過させるために使用される。明らかに、この分野で知られているマニピュレーターは小さいフィルファクター、すなわち、ビームの断面積と貫通開口のエリアの間の比を使用する。

## 【0013】

本発明によるマニピュレーションデバイスは、前記貫通開口の内側にはるかにより均質

50

の場を提供するので、前記マニピュレーションデバイスは、この分野で知られているマニピュレーターデバイスよりも高い精度でビームを操作することができる。さらに、本発明によるマニピュレーターデバイスのフィルファクターは、この分野で知られているマニピュレーターデバイスよりもはるかに高くなることができる。本発明のマニピュレーターのより大きいフィルファクターのため、ビームを操作するための前記貫通開口は、先行技術よりもはるかに小さくなることができる。一方において、これは、コントロール回路類を配するための前記貫通開口間の追加空間を提供することができる。他方において、前記貫通開口は、本発明の実施形態による荷電粒子システムに、より大きいビーム密度を提供するために、互いにはるかに密接して配されることができる。

【0014】

本発明による前記荷電粒子システムのある実施形態では、前記電子コントロール回路は、前記電圧差を前記ペアに、それぞれのペアの第一電極と第二電極の間の距離に応じて供給するために配されている。好適には、前記電圧差は、前記距離に正比例している。

【0015】

二つの電極によって生成された電場は二つの電極の間の距離に依存する（または特に正比例する）ので、前記貫通開口中の電場の均質性は、前記第一電極と前記第二電極の間の距離に応じて電圧差を供給することによって改善され得る。

【0016】

前記荷電粒子システムのある実施形態では、前記周囲の前記第一の部分と前記周囲の前記第二の部分の間に平面が定められ、一つの電極と一つの正反対他方電極の間に線が定められ、前記平面および線によって角度 $\alpha$ （ $\alpha$ ）が定められ、前記電子コントロール回路は、前記角度 $\alpha$ （ $\alpha$ ）に応じて前記電極と前記他方電極の間に電圧差を供給するために配されている。好適には、前記電圧差は、 $\sin(\alpha)$ （ $\alpha$ ）に正比例している。

【0017】

前記荷電粒子システムのある実施形態では、前記周囲の前記第一の部分と前記周囲の前記第二の部分の間に平面が定められ、それぞれの電極と前記貫通開口の中心の間に線が定められ、前記平面と前記線によって角度 $\beta$ （ $\beta$ ）が定められ、前記電子コントロール回路は、前記角度 $\beta$ （ $\beta$ ）に応じてそれぞれの電極に電圧を供給するために配されている。好適には、前記電圧は、 $\sin(\beta)$ （ $\beta$ ）に正比例している。

【0018】

前記電極によって生成される電場の電場線は、前記平面に垂直であってよい。前記電場の強さは、それぞれの電極に印加される電圧と、前記平面までのそれぞれの電極の距離に依存し得る。 $\sin(\alpha)$ （ $\alpha$ ）と $\sin(\beta)$ （ $\beta$ ）の両方はおのおの前記平面までのそれぞれの電極の距離についての測定であるので、前記角度 $\alpha$ （ $\alpha$ ）または前記角度 $\beta$ （ $\beta$ ）に応じて電圧（差）を供給することは、均質な電場を供給することを可能にし得る

この文献では、前記周囲の前記第一の部分と前記周囲の前記第二の部分の間に定められる平面は、前記周囲の前記第一の部分と前記周囲の前記第二の部分の間に中心に定められる平面であってよい。前記平面は、前記貫通開口の中心軸を含んでいてよい。

【0019】

本発明による前記荷電粒子システムのある実施形態では、前記電極は、前記平面に対して実質的に対称的に配されている、および/または、前記電極は、前記周囲に沿って一様に分配されている。前記電極を対称的におよび/または一様に分配されて設けること、前記貫通開口を横切る前記電場の均質性を増大させ得る。

【0020】

前記荷電粒子システムのある実施形態では、前記周囲の前記第一の部分と前記周囲の前記第二の部分の間に平面が定められ、前記ペアの前記第一電極は、前記平面に対して、前記ペアの前記第二電極の反対側に配置されている。この場合、前記電極によって生成される電場の電場線は、前記平面に少なくとも実質的に垂直である。

【0021】

本発明による前記荷電粒子システムのある実施形態では、前記電子コントロール回路は

10

20

30

40

50

、前記第一電極に正電圧 $V$ を供給し、前記第二電極に負電圧 $-V$ を供給するために配されている。本発明による前記マニピュレーターのある実施形態では、前記電子コントロール回路は、前記第一のセットからの二つの電極に正電圧を、また、好適には前記第二のセットからの二つの電極に負電圧 $-V$ を供給するために配されている。多重電極に同じ電圧 $V$ または極性反転電圧 $-V$ を供給することの利点は、これが比較的単純な電子コントロール回路を必要とするであろうということである。

【0022】

本発明による前記荷電粒子システムのある実施形態では、前記マニピュレーターデバイスは、前記貫通開口の前記周囲に沿って、実質的に前記平面上に配された二つの電極をさらに備えており、前記電子コントロール回路は、前記二つの電極のおのおのに一つの電圧を供給するために配されており、前記一つの電圧は、好適には、オフセット電圧であり、好適には、実質的に0ボルトに等しい。

10

【0023】

前記電極によって生成される均質な電場の電場線は、前記平面に垂直になるので、これらの二つの電極には同じ電圧が供給され、その結果、これらの二つの電極の間の電圧差は0ボルトである。これらの二つの電極に0ボルトの(オフセット)電圧を供給する(または、それらを接地する)ことは、比較的単純な回路を必要とするであろう。しかしながら、これらの二つの電極には、他のオフセット電圧、たとえば $-1\text{ kV}$ が供給されてもよい。両方の場合において、前記他方電極には、このオフセット電圧に対してある電圧、たとえば、オフセット電圧に対して正電圧 $V$ および/または負電圧 $-V$ が供給されてよい。

20

【0024】

前記荷電粒子システムのある実施形態では、前記電子コントロール回路は、それぞれの電極に電圧を供給するための電圧分割器として、好適には、オペレーショナルアンプのフィードバック抵抗体として配された抵抗体を備えている。好適には、前記電極の前記第一のおよび/または第二のセットのおのおのは最大電圧を受け、前記最大電圧は、それから、電極のセットの各電極に前記最大電圧の一部を供給するための前記電圧分割器によって分割される。

【0025】

好適には、前記電圧分割器は、電極のセットの各電極に前記最大電圧の一部を供給するために配されており、その結果、前記電圧は、それぞれの電極と前述の平面の間の距離に比例する。

30

【0026】

ある実施形態では、前記電圧分割器は、抵抗体のセットを備えており、それらは、好適には、前記貫通開口のまわりに配されている。電圧分割器は、一つの特定の最大電圧に基づいて多数の異なる電圧を供給するための比較的単純な回路である。さらなる実施形態では、前記電圧分割器は、同じ抵抗をもつ抵抗体を備えていてよい。これは、回路の単純さをさらに増大させる。

【0027】

そのような単純な回路の利点は、それが、たとえばリソグラフィテクノロジーで容易に作られ得るということである。それは、平面基板の中または上の他の回路と統合されてよい。前記電子コントロール回路は、前記貫通開口の近くまたは近傍に少なくとも部分的に配されていてよい。

40

【0028】

本発明による前記荷電粒子システムのある実施形態では、前記電子コントロール回路は、前記第一電極に電圧を供給するためのフィードバック抵抗体としての電圧分割器を備えた第一のオペレーショナルアンプと、前記第二電極に電圧を供給するためのフィードバック抵抗体としての電圧分割器を備えた第二のオペレーショナルアンプを備えている。

【0029】

前記荷電粒子システムのある実施形態では、前記電子コントロール回路は、前記第一および前記第二のオペレーショナルアンプに単一コントロール信号を出力するためのデジタ

50



ル・アナログ変換器と、前記コントロール信号の極性を反転させるために配された極性反転器を備えており、前記第一のオペレーショナルアンプは、前記コントロール信号を受けるために前記デジタル・アナログ変換器に直接接続され、前記第二のオペレーショナルアンプは、反転コントロール信号を受けるために前記極性反転器を介して前記デジタル・アナログ変換器に接続されている。

【0030】

この実施形態の利点は、比較的単純な回路であり、単一コントロール信号を前記第一のオペレーショナルアンプに出力する単一デジタル・アナログ変換器だけが必要とされる。同じコントロール信号は、前記極性反転器による前記信号の極性の反転の後に第二のオペレーショナルアンプに供給される。

10

【0031】

別の実施形態では、前記電子コントロール回路は、二つのコントロール信号を前記第一および前記第二のオペレーショナルアンプにそれぞれ出力するための二つのデジタル・アナログ変換器を備えている。

【0032】

本発明による荷電粒子システムのある実施形態では、隣接電極間にギャップが設けられている。前記貫通開口の前記周囲は、前記電極によって覆われた第一のエリアと、前記ギャップによって覆われた第二のエリアから成り、電極対ギャップ比が、前記第一のエリアを割る前記第二のエリアによって定められる。ある実施形態では、前記電極対ギャップ比は、5～15の範囲内にあり、または好適には実質的に10である。

20

【0033】

隣接電極が互いに密接して設けられるとき、生成される電場は、より均質になり得るであろう。しかしながら、これはまた、作製するのがより難しい。電極対ギャップ比が、5～15の範囲内にあり、または好適には実質的に10であることで、二つの効果は、最良に平衡が保たれるように見える。

【0034】

本発明による前記荷電粒子システムのある実施形態では、前記マニピュレーターデバイスはクロストークシールドを備えており、前記クロストークシールドは、平面シールド基板を備えており、それは、少なくとも一つの貫通開口を前記平面シールド基板の平面に備えており、前記平面シールド基板の前記少なくとも一つの貫通開口は、前記平面基板の前記少なくとも一つの貫通開口と整列されて配されている。クロストークシールドの利点は、同じ貫通開口の電極間、異なる貫通開口の電極間、および/または、ある電極とその電極の近傍にある他の回路の間のクロストークを多少なりに防止するという点である。

30

【0035】

本発明による前記荷電粒子システムのある実施形態では、前記平面基板と前記平面シールド基板の間の距離は、10マイクロメートルよりも小さく、好適には5マイクロメートルよりも小さく、より好適にはほぼ3マイクロメートルである。本発明による前記マニピュレーターのある実施形態では、前記シールド平面基板の厚さは、前記平面基板の前記少なくとも一つの貫通開口のほぼ直径である。

【0036】

本発明による前記荷電粒子システムのある実施形態では、前記荷電粒子システムは、  
・少なくとも一つの第一の平面レンズ開口を備えている第一の平面レンズ基板をさらに備え、前記少なくとも一つの第一の平面レンズ開口は、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板の前記少なくとも一つの貫通開口と整列されて配され、前記第一の平面レンズ基板は、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板の上方にそれと平行に配されており、また、

40

・少なくとも一つの第二の平面レンズ開口を備えている第二の平面レンズ基板をさらに備え、前記少なくとも一つの第二の平面レンズ開口は、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板の前記少なくとも一つの貫通開口と整列されて配され、前記第二の平面レンズ基板は、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板の下方にそれと平行に配されて

50

おり、

前記システムは、前記ビームのためのアインツェルレンズを生成するために前記第一の平面レンズ基板と前記マンピュレーターデバイスの前記平面基板の間と、前記マンピュレーターデバイスの前記平面基板と前記第二の平面レンズ基板の間に電圧差を供給するために配されている。

【0037】

この実施形態では、前記マンピュレーターデバイスは、アインツェルレンズの一部を形成し、前記第一および第二の平面レンズ基板と、中間に前記マンピュレーターデバイスの前記平面基板を備えている。このアインツェルレンズは、前記荷電粒子ビームを合焦または投影するために配されていてよい。

10

【0038】

このように、前記マンピュレーターデバイスは、アインツェルレンズに統合されてよく、この組み合わせデバイスは、個別のマンピュレーターデバイスと個別のアインツェルレンズを設けるよりも、前記荷電粒子システム中に空間を少なく必要とする。

【0039】

また、組み合わせデバイスのコンパクトさのため、角度アライメント誤りの影響が制限され得る。

【0040】

この文献中における用語「上方」および「下方」は、貫通開口を通過する荷電粒子ビームの方向に対して定められている。前記ビームは、前記荷電粒子システムの上側部分から前記荷電粒子システムの下側部分に移動する方向付けられてよい。

20

【0041】

本発明による前記荷電粒子システムのある実施形態では、少なくとも一つのカレントリミッター開口を備えている平面カレントリミッター基板をさらに備えており、前記カレントリミッター平面基板は、前記マンピュレーターデバイスの前記平面基板の上方に配されており、前記少なくとも一つのカレントリミッター開口は、前記マンピュレーターデバイスの前記平面基板の前記少なくとも一つ貫通開口と整列されて配されている。

【0042】

カレントリミッターを設ける利点は、それが、ビームの均質性を増強し得ることである。あるビームのビーム強度は、前記ビームの径方向外側部分よりも、前記ビームの中心において、より均質である。カレントリミッターに投影されたビームの断面積は、それぞれのカレントリミッター開口のエリアよりも大きくなるように配されることができる。この場合、ビームの外側荷電粒子（たとえば電子）がカレントリミッターによって吸収され、残りのビームの全体的な均質性が改善される。

30

【0043】

本発明による前記荷電粒子システムのある実施形態では、前記少なくとも一つのカレントリミッター開口は、前記マンピュレーターデバイスの前記平面基板の前記少なくとも一つ貫通開口よりも小さい。ある実施形態では、前記マンピュレーターデバイスの前記平面基板の前記少なくとも一つ貫通開口の断面積は、前記少なくとも一つのカレントリミッター開口の断面積の50%~95%の範囲内、または好適には70~90%の範囲内にある。

40

【0044】

このように、前記貫通開口を通過するビームの断面積は、前記貫通開口自体よりも著しく小さくてよい。これは、前記マンピュレーターデバイスの前記平面基板を打つまたはそれに接触する荷電粒子（たとえば電極）の数を減らすであろう。また、これは、これらの荷電粒子が、前記マンピュレーターデバイスの前記平面基板の上または中に少なくとも部分的に設けられた前記電子コントロール回路に引き起こし得るダメージを低減するであろう。

【0045】

本発明による前記荷電粒子システムのある実施形態では、

50

・前記マニピュレーターデバイスは、前記一つ以上の荷電粒子ビームをx方向に偏向するために配された第一のマニピュレーターデバイスであり、

・前記荷電粒子システムは、前記一つ以上の荷電粒子ビームをy方向に偏向するために配された上に説明された実施形態のいずれかによる第二のマニピュレーターデバイスをさらに備えており、前記x方向は前記y方向に垂直であり、前記第二のマニピュレーターデバイスは、前記第一のマニピュレーターデバイスと平行に隣接して配されており、前記第二のマニピュレーターデバイスの前記少なくとも一つの貫通開口は、前記第一のマニピュレーターデバイスの前記少なくとも一つの貫通開口と整列されて配されており、

前記システムは、前記ビームのためのアインツェルレンズを生成するために前記第一の平面レンズ基板と前記第一のマニピュレーターデバイスの前記平面基板の間と、前記第二のマニピュレーターデバイスの前記平面基板と前記第二の平面レンズ基板の間に電圧差を供給するために配されている。

10

#### 【0046】

この実施形態では、前記二つのマニピュレーターデバイスは、アインツェルレンズの一部を形成し、前記第一および第二の平面レンズ基板と、中間に前記二つのマニピュレーターデバイスの前記平面基板を備えている。

#### 【0047】

また、この実施形態では、前記マニピュレーターデバイスはアインツェルレンズに統合されてよく、この組み合わせデバイスは、二つの個別のマニピュレーターデバイスと個別の金属片レンズを設けるよりも、よりコンパクトであり得る。

20

#### 【0048】

本発明による前記荷電粒子システムのある実施形態では、前記第一および第二の平面レンズ基板は接地され、前記システムは、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板に負電圧を供給するために配されており、前記負電圧は、好適には - 1500 ボルトから - 500 ボルトまでの範囲内にあり、より好適にはほぼ - 1000 ボルトまたは - 1 kV である。

#### 【0049】

荷電粒子システムにおいて、いわゆる二次電子は、荷電粒子ビームの荷電粒子によって、それらが荷電粒子システムの表面たとえばターゲットの表面を打つまたは接触するとき生成され得る。これらの二次電子は、前記マニピュレーターデバイスへのダメージを引き起こすことがある。前記マニピュレーターデバイスの平面基板にたとえばほぼ - 1 kV の負電圧を供給することによって、これらの二次電子は、前記マニピュレーターデバイスから離れて偏向され得る。

30

#### 【0050】

第二の側面によれば、本発明は、上に説明された実施形態のいずれかによる、マルチビームリソグラフィシステムなどの荷電粒子システムの荷電粒子ビームを操作するためのマニピュレーターデバイスを提供する。

#### 【0051】

第三の側面によれば、本発明は、マルチビームリソグラフィシステムなどの荷電粒子システムを提供し、

40

・一つ以上の荷電粒子ビームのマニピュレーションのためのマニピュレーターデバイスを備えており、それは平面基板を備えており、それは、少なくとも一つの貫通開口を前記平面基板の平面に備えており、各貫通開口は、少なくとも一つの荷電粒子ビームを通過させるために配されており、また、

・少なくとも一つの第一の平面レンズ開口を備えている第一の平面レンズ基板を備えており、前記少なくとも一つの第一の平面レンズ開口は、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板の前記少なくとも一つの貫通開口と整列されて配されており、前記第一の平面レンズ基板は、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板の上方にそれと平行に配されており、また、

・少なくとも1第二の平面レンズ開口を備えている第二の平面レンズ基板を備えており

50

、前記少なくとも一つの第二の平面レンズ開口は、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板の前記少なくとも一つの貫通開口と整列されて配されており、前記第二の平面レンズ基板は、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板の下方にそれと平行に配されており、

前記システムは、前記ビームのためのアインツェルレンズを生成するために前記第一の平面レンズ基板と前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板の間と、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板と前記第二の平面レンズ基板の間に電圧差を供給するために配されている。

【0052】

本発明による前記荷電粒子システムのある実施形態では、少なくとも一つのカレントリミッター開口を備えている平面カレントリミッター基板をさらに備えており、前記カレントリミッター平面基板は、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板の上方に配されており、前記少なくとも一つのカレントリミッター開口は、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板の前記少なくとも一つの貫通開口と整列されて配されている。

10

【0053】

本発明による前記荷電粒子システムのある実施形態では、前記少なくとも一つのカレントリミッター開口は、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板の前記少なくとも一つの貫通開口よりも小さい。

【0054】

本発明による前記荷電粒子システムのある実施形態では、荷電粒子システムは、冷却流体の輸送のためのさらに冷却チューブを備えている。ここでは前記冷却チューブは少なくとも一つのカレントリミッター開口のまわりに配されている。

20

【0055】

本発明による前記荷電粒子システムのある実施形態では、

- ・前記マニピュレーターデバイスは、前記一つ以上の荷電粒子ビームをx方向に偏向するために配された第一のマニピュレーターデバイスであり、

- ・荷電粒子システムは、前記一つ以上の荷電粒子ビームをy方向に偏向するために配された第二のマニピュレーターデバイスをさらに備えており、前記x方向は前記y方向に垂直であり、前記第二のマニピュレーターデバイスは平面基板を備えており、それは、少なくとも一つの貫通開口を前記平面基板の平面に備えており、各貫通開口は、少なくとも一つの荷電粒子ビームを通過させるために配されており、前記第二のマニピュレーターデバイスは、前記第一のマニピュレーターデバイスに平行に隣接して配されており、前記第二のマニピュレーターデバイスの前記少なくとも一つの貫通開口は、前記第一のマニピュレーターデバイスの前記少なくとも一つの開口と整列されて配されており、

30

前記システムは、前記ビームのためのアインツェルレンズを生成するために前記第一の平面レンズ基板と前記第一のマニピュレーターデバイスの前記平面基板の間と、前記第二のマニピュレーターデバイスの前記平面基板と前記第二の平面レンズ基板の間に電圧差を供給するために配されている。

【0056】

本発明による前記荷電粒子システムのある実施形態では、冷却流体を輸送するための冷却チューブをさらに備えており、前記冷却チューブは、前記第一および前記第二のマニピュレーターデバイスの間に配されている。

40

【0057】

前記第一および前記第二のマニピュレーターデバイス両方とも、熱膨張のために変形することがある。前記冷却チューブが前記第一および前記第二のマニピュレーターデバイスの間に配されたとき、前記マニピュレーターデバイスは対称的に拡大する。これは、前記マニピュレーターデバイスを曲げから防ぎ得る。

【0058】

本発明による荷電粒子システムのある実施形態では、多重第一電極の第一のセットと多重第二電極の第二のセットに配された前記電極と、前記電子コントロール回路は、単一の

50

CMOSデバイスを形成している。

【0059】

第四の側面によれば、本発明は、マルチビームリソグラフィシステムなどの荷電粒子システムを提供し、

・一つ以上の荷電粒子ビームをx方向に偏向するために配された第一のマニピュレーターデバイスを備えており、前記第一のマニピュレーターデバイスは平面基板を備えており、それは、少なくとも一つの貫通開口を前記平面基板の平面に備えており、各貫通開口は、少なくとも一つの荷電粒子ビームを通過させるために配されており、

・前記一つ以上の荷電粒子ビームをy方向に偏向するために配された第二のマニピュレーターデバイスを備えており、前記x方向は前記y方向に垂直であり、前記第二のマニピュレーターデバイスは平面基板を備えており、それは、少なくとも一つの貫通開口を前記平面基板の平面に備えており、各貫通開口は、少なくとも一つの荷電粒子ビームを通過させるために配されており、前記第二のマニピュレーターデバイスは、前記第一のマニピュレーターデバイスと平行に隣接して配されており、前記第二のマニピュレーターデバイスの前記少なくとも一つの貫通開口は、前記第一のマニピュレーターデバイスの前記少なくとも一つの開口と整列されて配されており、

前記第一および前記第二のマニピュレーターデバイスはおのおの単一のCMOSデバイスを形成している。

【0060】

第五の側面によれば、本発明は、マルチビームリソグラフィシステムなどの荷電粒子システムを提供し、

・一つ以上の荷電粒子ビームをx方向に偏向するために配された第一のマニピュレーターデバイスを備えており、前記第一のマニピュレーターデバイスは平面基板を備えており、それは、少なくとも一つの貫通開口を前記平面基板の平面に備えており、各貫通開口は、少なくとも一つの荷電粒子ビームを通過させるために配されており、また、

・前記一つ以上の荷電粒子ビームをy方向に偏向するために配された第二のマニピュレーターデバイスを備えており、前記x方向は前記y方向に垂直であり、前記第二のマニピュレーターデバイスは平面基板を備えており、それは、少なくとも一つの貫通開口を前記平面基板の平面に備えており、各貫通開口は、少なくとも一つの荷電粒子ビームを通過させるために配されており、前記第二のマニピュレーターデバイスは、前記第一のマニピュレーターデバイスと平行に隣接して配されており、前記第二のマニピュレーターデバイスの前記少なくとも一つの貫通開口は、前記第一のマニピュレーターデバイスの前記少なくとも一つの開口と整列されて配されており、また、

・冷却流体を輸送するために配された冷却チューブを備えており、前記冷却チューブは、前記第一および前記第二のマニピュレーターデバイス間に配されている。

【0061】

第六の側面によれば、本発明は、マルチビームリソグラフィシステムなどの荷電粒子システムを提供し、一つ以上の荷電粒子ビームのマニピュレーションのためのマニピュレーターデバイスを備えており、前記マニピュレーターデバイスは、

・平面基板を備えており、それは、少なくとも一つの貫通開口を前記平面基板の平面に備えており、各貫通開口は、少なくとも一つの荷電粒子ビームを通過させるために配されており、各貫通開口には、前記貫通開口の前記周囲の第一の部分に沿った多重第一電極の第一のセットと、前記周囲の第二の部分に沿った多重第二電極の第二のセットに配された電極が設けられており、

・多重第一電極の第一のセットの少なくとも二つの第一電極に異なる電圧を供給するために配された電子コントロール回路を備えている。

【0062】

明細書に説明され示されたさまざまな側面と特徴は、可能であればどこにでも、個々に適用されることができる。これらの個々の側面、特に添付の従属請求項に説明された側面と特徴は、分割特許出願の主題になることができる。

10

20

30

40

50

## 【図面の簡単な説明】

## 【0063】

本発明は、添付図面に示される代表的実施形態に基づいて説明される。

【図1】図1は、本発明による荷電粒子システムの実施形態の一部分の概略外観を示している。

【図2】図2は、本発明によるマニピュレーターデバイスの実施形態の一部分の概略的外観を示している。

【図3A】図3Aは、本発明によるマニピュレーターデバイスの実施形態の一部分の概略的外観を示している。

【図3B】図3Bは、本発明によるマニピュレーターデバイスの実施形態の一部分の概略的外観を示している。

【図4】図4は、本発明によるマニピュレーターデバイスの実施形態の一部分の概略的外観を示している。

【図5A】図5Aは、本発明によるマニピュレーターデバイスにおいて使用される電子コントロール回路の一部分の概略的外観を示している。

【図5B】図5Bは、本発明によるマニピュレーターデバイスにおいて使用される別の電子コントロール回路の一部分の概略的外観を示している。

【図6A】図6Aは、本発明による荷電粒子システムの実施形態の一部分の概略的外観を示している。

【図6B】図6Bは、本発明による荷電粒子システムの別の実施形態の一部分の概略外観を示している。

【図7】図7は、本発明による貫通開口の実施形態の一部分の概略外観を示している。

## 【発明を実施するための形態】

## 【0064】

図1は、ウェーハであってよいターゲット110の少なくとも一部分を処理するための本発明の実施形態による荷電粒子マルチビームまたはマルチビームレットリソグラフィシステム100の一部分の概略外観を示している。本発明のある実施形態では、リソグラフィシステムは、すべての荷電粒子ビームまたはビームレットおよび/またはマスクレスに共通のクロスオーバーを伴っていない。

## 【0065】

図1に示されるようにリソグラフィシステムは、広がる荷電粒子ビーム111を生成するための荷電粒子源101たとえば電子源を備えている。広がるビームは、荷電粒子ビーム111を平行化するためのコリメータレンズ102を通る。

## 【0066】

続いて、平行化ビーム111は、開口アレイ104に入射し、それは、サブビーム112を作り出すために平行化ビーム111の一部を遮断する。サブビーム112は、ビームレット115を生成するためのさらなる開口アレイ105に入射する。集光レンズアレイ103（または集光レンズアレイのセット）が、エンドモジュール107のビームストップアレイ108の対応開口に向けてビーム112を合焦させるために設けられている。

## 【0067】

ビームレット生成開口アレイ105は、たとえば、ブランカーアレイ106の前の開口アレイ105に接近して配された、好適には、ビームレットブランカーアレイ106と組み合わされて含まれている。集光レンズまたはレンズ103は、サブビーム112を、エンドモジュール107のビームストップアレイ108中の対応開口の中または方のいずれかに合焦させ得る。

## 【0068】

この例では、開口アレイ105は、一つのサブビーム112から三つのビームレット115を生み出し、それらは、対応開口にあるビームストップアレイ108に入射し、三つのビームレット115は、エンドモジュール107中の投影レンズ系109によってターゲット110上に投影される。実際、非常に多数のビームレットを備えた一群のビームレ

10

20

30

40

50

ットが、開口アレイ105によって、エンドモジュール107中の各投影レンズ系109について作製され得る。実際的な実施形態では、一般に、ほぼ五十のビームレット（たとえば7×7開口アレイによって生成される49ビームレット）が、単一の投影レンズ系109を通して方向付けられてよく、また、これは二百以上に増加されてよい。

【0069】

しかしながら、開口アレイ105が各単一の投影レンズ系109について一つのビームレット115を作製されることも可能である。その場合、開口アレイ104は省略されてよい。

【0070】

ビームレットブランカーアレイ106は、一群のビームレット115中の個々のビームレットを遮断するために、ときどき、それらを偏向し得る。これは遮断ビームレット116によって示されており、それは、開口の近くだがそこではないビームストップアレイ108上の個所に偏向されている。

【0071】

特に同封の請求項における、この文献中の用語ビームは、ビーム111、サブビーム112およびビームレット115を指していると理解され得る。荷電粒子光学カラムには、本発明による一つ以上のマニピュレーターデバイスが、荷電粒子システム中の異なる個所に、特にその光学カラム中の異なる個所に設けられている。

【0072】

本発明によるマニピュレーターデバイス113は、下記ためにコリメータレンズ102の後ろに配されていてよい。

【0073】

・荷電粒子光学カラムの一つ以上のデバイスのミスアラインメントを修正するために荷電粒子光学カラムの光学軸に実質的に垂直な平面内における偏向を提供する、および/または、

・コリメータレンズ102などの、全体のビーム111、すべてのサブビーム112またはすべてのビームレット115を回折する巨視的レンズ、通常、磁気レンズによって引き起こされ得るあらゆる非点収差の修正を提供する。

【0074】

本発明によるマニピュレーターデバイスはまた、ビームレットブランカーアレイ106（図1に示されない）の後ろに配されていてよい。

【0075】

本発明によるマニピュレーターデバイス114は、投影レンズ系109の二次元偏向を提供する、また多分に一つの群中の複数ビームレットのベクトルスキャンを可能にするためにエンドモジュール107の一部として設けられている。前記次元偏向は、高周波数、すなわちマニピュレーターデバイス113の操作がおこなわれるよりも高い周波数でおこなわれ得る。図2は、本発明によるマニピュレーターデバイス201の実施形態の一部分の概略的外観を示している。この実施形態は、図1のマニピュレーターデバイス113またはマニピュレーターデバイス114として使用され得る。

【0076】

マニピュレーターデバイス201は平面基板202を備えており、それは、貫通開口203のアレイを平面基板の平面に備えている。貫通開口203を、一つ以上の荷電粒子ビームレットが通過し得る。貫通開口203は、平面基板202の表面を実質的に横切って延びている。開口203のおのおのには、複数電極204が貫通開口203の周囲205に沿って設けられている。

【0077】

貫通開口203は、いわゆるビームエリア207にグループ化されてよい。ビームエリア207に隣接して、非ビームエリア208が、平面基板202上に設けられている。非ビームエリアには、ビームエリア207の電極204の動作をコントロールするため、電子回路（電子コントロール回路など）が少なくとも部分的に設けられている。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 7 8 】

電極の数は、さまざまであってよいが、好適には、16～32の電極の範囲にあるか、26である。一般に、電極の数は、2または4の倍数の電極であってよく、または、2kまたは4k（kは自然数）に等しくてよい。

## 【 0 0 7 9 】

電極の数が偶数であり、また、電極が貫通開口の周囲に沿って一様に配されるとき、貫通開口の中心軸のまわりに90度の電極204の回転が、周囲に沿った電極の同じ分布を生み出すようであってよい。

## 【 0 0 8 0 】

マニピュレーターデバイス201は、マニピュレーター206のアレイを備えており、そのおのおのは、貫通開口203と、貫通開口203のまわりに配された電極204を備えている。マニピュレーター206は、好適には、それらの目的に応じて、ほぼ150マイクロメートルから2マイクロメートルまでの範囲内の外側のサイズを有している。マニピュレーターは、たとえば図2に示されるように、列と行に規則的に配されていてよい。

10

## 【 0 0 8 1 】

挑戦の一つは、チップ製造と電子光学設計ルールと互換性のある製造プロセスで電極を設計することである。さらに、何千もの外部コントロールワイヤーを有していることなく、何千ものビームをコントロールすることが望ましい。

## 【 0 0 8 2 】

マニピュレーターデバイスはMEMSテクノロジーを使用して製造されてよい。この製造プロセスは、ローカルのエレクトロニクスがたとえば電子コントロール回路に組み込まれることを可能にする双極性互換性である。ローカルのエレクトロニクス（電子コントロール回路など）は、貫通開口間に、または貫通開口に隣接して、電極204に配されていてよい。

20

## 【 0 0 8 3 】

図3Aおよび3Bは、本発明によるマニピュレーターの実施形態の一部分の概略的外観を示している。図3の例では、貫通開口203には、20の電極301～320が、貫通開口203の周囲に沿って設けられている。運転時、ビームは、紙面の中への方向に貫通開口203を入れてよい。この方向は、光学カラムの光学軸または貫通開口の中心軸と平行であってよい。貫通開口203を通る一つのビームの断面が、324によって図3Aに示されている。図3Bでは、貫通開口203を通る多重ビームの断面は、327によって示されている。図3Aには、ただ四つのビームの断面が示されているが、より多くのビーム、たとえば49のビームが貫通開口を通過してもよい。

30

## 【 0 0 8 4 】

平面321は、貫通開口の中心軸と平行に定められてよく、前記中心軸を含んでいてよい。この文献の中で示されたすべての平面および線は仮想のものであると理解され得る。第一電極302～310の第一のセットは、周囲の第一の部分322に沿って配されており、第二電極312～320の第二のセットは、周囲の第二の部分323に沿って配されている。第一電極302～310の第一のセットは、平面321に対して、電極312～320の第二のセットの反対側に配されている。平面321は、電極の第一および第二のセットの間の中央に定められている。

40

## 【 0 0 8 5 】

この例による電極は、平面321に対して、実質的に対称的に配されており、図3Aおよび3Bに見られることができるように、電極は、前記周囲に沿って一様に分配されている。電子コントロール回路（図3に示されない）によって電極のおのおのに電圧が印加または供給されてよい。各電極に供給される電圧は、V 電極の番号 として示され、たとえば、電圧V306は電極306に印加され、電圧V309は電極309に印加される。

## 【 0 0 8 6 】

電子コントロール回路は、第一電極と第二電極の複数のペアに電圧差を、貫通開口の周囲に沿ったそれぞれの電極の位置に応じて供給するために配されていてよい。第一のセッ

50



トからのあるペアの第一電極と、第二のセットからの前記ペアの第二電極は、平面 3 2 1 に対して互いに反対側に配されているようになってよい。たとえば、図 3 では、電極 3 0 2 ~ 3 1 0 の第一のセットからの第一電極 3 0 7 と、電極 3 1 2 ~ 3 2 0 の第二のセットからの第二電極 3 1 5 は、平面 3 2 1 に対して反対側に配されている。ペアの電極の間の距離は D 4 によって示されている。

【 0 0 8 7 】

電子コントロール回路は、前記ペアの第一電極 3 0 7 と第二電極 3 1 5 に前記電圧差を距離 D 4 に応じて供給するために配されており、好適には、電圧差は、前記距離 D 4 に正比例している。

【 0 0 8 8 】

図 3 A では、電極 3 0 6 と平面 3 2 1 の間の距離が矢印 D 1 によって示されており、一方、電極 3 0 9 と平面 3 2 1 の間の距離が D 2 によって示されている。また、電極 3 0 3 と平面の間の距離は D 3 によって示されている。電子コントロール回路は、電極に電圧を、それぞれの電極と前記平面の間の距離に応じて供給するために配されていてよい。

【 0 0 8 9 】

たとえば、図 3 A では、距離 D 1 および D 2 は異なるので、電子コントロール回路によって供給される電圧 V 3 0 6 および V 3 0 9 も異なる。また、距離 D 2 および D 3 は（実質的に）同一であるので、電圧 V 3 0 9 および V 3 0 3 も実質的に同一であってよい。

【 0 0 9 0 】

ある実施形態では、電圧は、前記距離と共に、好適には比例して増大する。図 3 の例では、電圧 V 3 0 6 は、V 3 0 9 よりも高くてもよく、または、電圧 V 3 0 9 の比 D 1 / D 2 倍に等してよい。これはまた、必要な変更を加えて、他の電極 2 0 4 に適用可能であってよい。

【 0 0 9 1 】

電極 2 0 4 中で、電極 3 0 2 ~ 3 1 0 の第一のセットからの第一電極（すなわち、いわゆる第一電極のセット）と、電極 3 1 2 ~ 3 2 0 の第二のセットからの第二電極（すなわち、いわゆる第二電極のセット）は、貫通開口 2 0 3 を横切って正反対に配されていてよい。たとえば、図 3 A では、第一のセットからの第一電極 3 0 8 と、第二のセットからの第二電極 3 1 8 は正反対に配されている。第一電極 3 0 8 および第二電極 3 1 8（の位置）を接続している線が、3 2 5 によって図 3 A に示されている。図 3 A に示されるように、平面 3 2 1 とこの線 3 2 5 は、角度アルファ（ $\alpha$ ）を定めている。角度アルファ（ $\alpha$ ）は、電極 3 0 8 と平面 3 2 1 の間の距離に依存していることが理解され得る。電子コントロール回路は、電極に電圧を、前記角度アルファ（ $\alpha$ ）に応じて、または特に  $\sin(\alpha)$ （ $\sin$ ）に応じて供給するために配されていてよい。

【 0 0 9 2 】

電極と貫通開口の中心を接続している線は、前記平面との角度を定め得る。図 3 の例では、角度ベータ（ $\beta$ ）は、平面 3 2 1 と、電極 3 0 4 と貫通開口 2 0 3 の中心を接続している線 3 2 6 によって定められている。電子コントロール回路は、電極に電圧を、前記角度ベータ（ $\beta$ ）に応じて供給するために配されていてよい。電圧は、 $\sin(\beta)$ （ $\sin$ ）に正比例してよい。

【 0 0 9 3 】

電子コントロール回路によって供給される電圧は、角度ベータ（ $\beta$ ）の関数であり、特には、供給される電圧は、 $V(\beta) = V_{max} \cdot \sin(\beta)$  などの、角度ベータ（ $\beta$ ）の湾曲の関数であるようになってよい。

【 0 0 9 4 】

図 4 は、本発明によるマニピュレータの実施形態の一部分の概略的外観を示している。

【 0 0 9 5 】

電子コントロール回路は、第一のセットからの二つの電極に電圧 V を、好適には第二のセットからの二つの電極に電圧 - V を供給するために配されていてよい。図 3 の例では、

10

20

30

40

50

したがって、電圧  $V_{309}$  は、電圧  $V_{303}$  と同一であってよい。また、したがって、電圧  $V_{313}$  は、電圧  $V_{319}$  と同一であり、 $V_{313} = -V_{309}$  であってよい。電子コントロール回路は、ペアの第一電極に正電圧  $V$  を供給し、第二電極に負電圧  $-V$  を供給するために配されていてよい。図 3 の例では、したがって、電圧  $V_{307}$  は、 $V_{307} = -V_{315}$  であってよい。

【0096】

電極 204 は、貫通開口の周囲に沿って、実質的に平面 321 上に配された二つの電極を備えていてよく、電子コントロール回路は、前記二つの電極のおおのにおのにおに電圧を供給するために配されていてよく、好適には前記電圧はオフセット電圧である。オフセット電圧は、0 ボルトに実質的に等しくてよい。図 3 の例では、電極 311 および 301 は、実質的に平面 321 上に配されており、接地電位と接続されていてよく、図 4 に 402 によって示されるように、少なくとも実質的に 0 ボルトの電圧を提供する。

10

【0097】

しかしながら、以下に説明されるように、オフセット電圧はまた、平面基板 202 がインツェルレンズの一部であるとき、接地地面に対しておよそ  $-1\text{ kV}$  であってよい。電極 204 の電圧は、オフセット電圧に対して定められてよい。その場合、 $V_{306}$  が 20 ボルトであり、オフセット電圧が  $-1\text{ kV}$  であると言われるとき、接地に対して  $V_{306} = 1020$  ボルトあることが示される。

【0098】

図 4 において、電極 204 によって生成される電場の電場線が、矢印 401 によって示されている。上に説明されたように電圧は電極 204 に供給されるので、電場は実質的に均質になり得る。電場は貫通開口を横切って実質的に均質であるので、貫通開口を通過する荷電粒子のマニピュレーションは、貫通開口中の荷電粒子の位置に関係なくおこなわれる。これは、ビームレットのマニピュレーションの精度を改善する。

20

【0099】

しかしながら、たとえば、貫通開口 203 は（図に描かれているように）円であってよいが、たとえば生産プロセスの誤りのために楕円形または他の形もしていてもよい。その場合、電子コントロール回路によって供給される電圧は、実質的に均質の電場を得るために、これらの誤りを修正するように調節されてよい。

【0100】

さらに、ビームレットは、マニピュレーターに中心に投影されない、または、円形断面（図中に示されていない）を有していないようであってよい。その場合、電子コントロール回路によって供給される電圧は、これらの誤りを修正するように調節されてよい。

30

【0101】

図 4 の例では、電子コントロール回路は、直列に接続された多数の抵抗体 406 を備えている。抵抗体の数は、電極の数に等しくてよい。これらの抵抗体の抵抗は、その電圧が貫通開口のまわりで変化する電圧を前記電極のおおのにおのにおに供給するために選択されてよい。特定の電極の電圧は、貫通開口のまわりの電極の位置の関数である。そのような関数は、湾曲関数であってよい。

【0102】

別の電極たとえば電極 316 は接続 403 を介して電圧  $V_{316} = V_{\text{max}}$  に接続されていてよく、電極たとえば電極 306 は接続 404 を介して電圧  $V_{306} = V_{\text{max}}$  に接続されていてよい。電圧  $V_{\text{max}}$  は、 $1 \sim 50$  の範囲内にあるか、 $5 \sim 25$  の範囲内にあるか、ほぼ 20 ボルトであってよい。

40

【0103】

電極 301 および 311 には同じ電圧が供給される。それらは、接地されてよく、または電圧  $V_{310} = V_{311} = 0$  ボルトが供給されてよい。このように、電圧  $V_{\text{max}}$  および  $-V_{\text{max}}$  をそれぞれの電圧に分割するために四つの電圧分割器が配された。

【0104】

これは、比較的単純な電子コントロール回路を与え、それは、たとえば図 2 のマニピュ

50

レータデバイス201の平面基板202の、各貫通開口203のまわりに容易に設けられ得る。電子コントロール回路は、平面基板202の非ビームエリア208に設けられてもよいし、ビームエリア207の貫通開口203のまわりに設けられてもよい。

【0105】

一つの貫通開口の電極に供給される電圧はまた、好適には同じ電子コントロール回路によって、別の貫通開口の電極に供給されてよいことが理解され得る。

【0106】

隣接電極204の間には、ギャップ407は設けられている。したがって、貫通開口の周囲は、電極204とギャップ407によって覆われ得る。電極対ギャップ比が、電極によって覆われた周囲の第一のエリア割るギャップによって覆われた周囲の第二のエリアとして定められ得る。電極対ギャップ比は、隣接電極の間の距離の測定と見なされ得る。隣接電極間の距離が小さいとき、より均質の電場が提供され得るが、隣接電極間のあらゆるクロスオーバーも同様にまた多い。最適なバランスが、5～15の範囲内にあるか、好適には実質的に10である電極対ギャップ比において見つかった。

10

【0107】

電極と、電極の近傍に他の回路の間の、または一つ以上の開口のまわりに設けられた電極の間のクロストークを(さらに)最小化するために、マニピュレータデバイスにはクロストークシールド602(図4には示されていないが、図6Aに示されている)が設けられている。クロストークシールドは平面シールド基板を備えていてよく、それは、貫通開口のアレイを平面シールド基板の平面に備えており、平面シールド基板の貫通開口は平面基板の貫通開口と整列されて配されている。

20

【0108】

クロストークシールドは、電極の近傍の他の回路類の電(磁)場に対する電極204の電氣的シールドを提供する。平面基板と平面シールド基板の間の距離が10マイクロメートルよりも小さい、および/または、シールド平面基板の厚さが、ほぼ平面基板の貫通開口の直径であるとき、シールドがその最適状態にあるようである。

【0109】

図5Aおよび図5Bは、本発明によるマニピュレータデバイスで使用される電子コントロール回路の二つの例の概略的外観を示している。図5Aでは、電子コントロール回路は、第一のオペレーショナルアンプ501と第二のオペレーショナルアンプ502を備えている。各オペレーショナルアンプは接地されていてよく、505と504によってそれぞれ示されているDAC(デジタル・アナログ)コンバーターに接続されていてよい。各DACコンバーターは、508と509によってそれぞれ示されているシリアル/パラレル+バスインタフェース(SPI)経由でコントロールされてよい。

30

【0110】

第一のオペレーショナルアンプ501に接続されたDACコンバーター504は、正電圧 $V_{max}$ を供給し、第二のオペレーショナルアンプ502に接続されたDACコンバーター505は、負電圧 $-V_{max}$ を供給する。両オペレーショナルアンプは、フィードバック抵抗体として抵抗体503を備えていてよい。その場合、増幅電圧 $V_{max}$ および $-V_{max}$ は、電圧部分に分割されてよい。これらの電圧(または電圧部分)のおのおのは、矢印506および507によって示されるように貫通開口203の電極204に提供されてよい。

40

【0111】

第一または第二のオペレーショナルアンプによって供給される各電圧は、電極204中の二つの電極に供給されてよいと理解され得る。このように、図4の例と比較して、より少数の抵抗体が必要とされてよい。さらに、各電圧はまた、マニピュレーションデバイスの別の貫通開口の二つの電極に供給されてよい。これは、さらに必要抵抗体の数を減らす。

【0112】

図5Bの実施形態では、二つのオペレーショナルアンプ501および502は、ただ一

50

つのDACコンバーター511に接続されている。第一の増幅器501は、DACコンバーター511からコントロール信号を受け取るため、DACコンバーター511に直接接続されている。第二のオペレーショナルアンプ502は、DACコンバーター511から同じコントロール信号を反転極性で受け取るため、極性反転器512を介してDACコンバーター511に接続されている。DACコンバーター511は、510によって示されているシリアル/パラレルバスインタフェース(SPI)によってコントロールされてよい。

#### 【0113】

図5Aおよび5Bの電子コントロール回路は、わずかの素子でもって比較的単純であることが理解され得る。したがって、それらは、マンピュレーターデバイスの平面基板と容易に統合されることができる。図5Aおよび5Bの回路類の少なくとも一部分、たとえばオペレーショナルアンプと抵抗体は、マンピュレーターデバイスの非ビームエリア208に設けられていてよい。

#### 【0114】

図6Aは、本発明による荷電粒子システムの実施形態603の一部分の概略的外観を示している。システムには、上に説明された実施形態の一つによる第一のマンピュレーターデバイス202と、また上に説明された実施形態の一つによる第二のマンピュレーターデバイス601が設けられている。

#### 【0115】

第一のマンピュレーターデバイス202は、一つ以上の荷電粒子ビームをx方向に偏向するために配されていてよく、第二のマンピュレーターデバイス601は、一つ以上の荷電粒子ビームをy方向に偏向するために配されていてよく、ここでx方向はy方向に垂直である。x方向とy方向は共に、ビームの方向に垂直であってよく、それは、矢印607によって示されており、光学カラムの光学軸と平行、または貫通開口の中心軸と平行であってよい。

#### 【0116】

第一の平面レンズ基板604と第二の平面レンズ基板605は、マンピュレーターデバイス202および601の反対側に配されていてよい。各平面レンズ基板は、少なくとも一つの平面レンズ開口または平面レンズ開口のアレイを備えていてよく、平面レンズ開口は、マンピュレーターの平面基板の貫通開口と整列されて配されている。

#### 【0117】

第一の平面レンズ基板と第二の平面レンズ基板は、マンピュレーターデバイスと一緒に、一つ以上のビームを合焦させるためのレンズたとえばアインツェルレンズを形成していてよい。正レンズ効果が生成されるように、ある電圧差が、第一の平面レンズ基板604と第一のマンピュレーターデバイス202の間に印加されてよく、別の電圧差が、第二のマンピュレーターデバイス601と第二の平面レンズ基板605の間に印加されてよい。このように、マンピュレーターデバイスは、レンズまたはレンズ設備の一部であり、より以上のコンパクトデバイスが得られ得る。

#### 【0118】

ある実施形態では、第一の平面レンズ基板604と第二の平面レンズ基板605は接地され、一方、マンピュレーターデバイスにはたとえば-1キロボルトのオフセット電圧が供給される。

#### 【0119】

平面カレントリミッター基板606が設けられていてよく、それは、少なくとも一つのカレントリミッター開口またはカレントリミッター開口のアレイを備えていてよく、カレントリミッター平面基板は、第一の平面レンズ基板の上方に配されており、カレントリミッター開口は、マンピュレーターの平面基板の貫通開口と整列されて配されている。

#### 【0120】

一つ以上の平面基板を冷却するための冷却チューブ608(または冷却システム)が、さらに設けられている。冷却システムは、貫通開口に隣接している冷却チューブ608と

10

20

30

40

50

、冷却流体（水などの）を冷却チューブを通して送るためのポンプを備えていてよい。

【0121】

冷却チューブ608は、第一および第二のマニピュレーターデバイス間に、好適には貫通開口の中心軸のまわりに円形に配されていてよい。

【0122】

図6Aに見られることができるように、平面カレントリミッター基板606の上方のビーム115の断面積は、それぞれのカレントリミッター開口よりも大きい。したがって、ビーム115中の荷電粒子のいくらかは、平面カレントリミッター基板606によって吸収されてよい。

【0123】

前述の正レンズを使用して、残りのビームは、偏向され得る。図6Aにおいて、これは、その方向が変化しているビーム軸620によって示されている。ビーム115は、平面基板を打ったり接触したりすることなく、マニピュレーターデバイスの貫通開口を通過する。

【0124】

ある実施形態では、ターゲットの露光のあいだ、ビームは、第一のマニピュレーターデバイス202と第二のマニピュレーターデバイス601によってx方向とy方向に偏向され得る。

【0125】

両方のマニピュレーターデバイス202および601には、それぞれのクロストークシールド602および609が設けられていてよい。クロストークシールドは、近傍の他の回路類のあらゆる電（磁）場に対するマニピュレーターデバイスの回路の電氣的シールドを提供し得る。

【0126】

図6Bは、本発明による荷電粒子システムの別の実施形態の一部分の概略外観を示している。システムは、荷電粒子源101と、荷電粒子ビーム111を平行にするためのコリメーション手段102を備えていてよい。平行ビーム111は、開口アレイ104に入射してよく、それは、サブビーム112を作り出すために平行ビーム111の一部を遮断する。

【0127】

サブビーム112を偏向するために偏向器610が設けられている。ある実施形態では、偏向器610はまた、本発明によるマニピュレーターデバイスを備えていてもよい。図6Aの実施形態のように、図6Bでは、平面カレントリミッター基板606が設けられており、第一の平面レンズ基板604と第二の平面レンズ基板605が、マニピュレーターデバイス202および601の反対側に配されている。それらの働きは、図6Aを参照して説明された。

【0128】

操作されたサブビーム112は、それから、開口611を通過し、それによって、ビームレット115が生成される。二つの偏向器612および613が、ビームレット（または一群のビームレット）を、xおよびy方向にそれぞれ偏向するために設けられている。いくつかのビームレットは、それらがビームストップ基板614を通過しないように、ブランキング偏向器（図6Bには個別に示されていない）によって偏向されてよい。

【0129】

ビーム基板614を通過しないビームレットは、投影レンズ系109によってターゲット110上に合焦または投影される。ターゲット110は、ウェーハであってよく、また移動可能プラットフォーム615上に置かれてよく、それは、投影レンズ系109に対してxおよびy方向に移動可能である。

【0130】

図6Bのシステムにはさらに、一つ以上の平面基板を冷却するための冷却チューブ（または冷却システム）が設けられていてよい。冷却システムは、冷却チューブ608と、冷

10

20

30

40

50

却流体（水など）をチューブを通して送るためのポンプを備えていてよい。

【0131】

図7は、本発明によるマニピュレーターの実施形態の一部分の概略外観を示している。図7には、明りょうさのために、貫通開口203の半分が、ただ三つの電極204とただ二つのギャップ407と一緒に示されている。上に説明されたように、貫通開口には、より多くの電極が設けられていてよい。

【0132】

電極204がチップとして作製されてよく、また一つ以上のメタル層が電極に電圧を供給するために使用されてよい。図7の例では、六つのメタル層701, 702, 703, 704, 705, 706が描かれる。メタル層間には、電氣的絶縁層が設けられた。メタル層間の接続は、一つ以上のビア708によって提供されてよい。

10

【0133】

電極は、平面基板の中および上に部分的に設けられていてよい。メタル層と一緒に、ビア708が、貫通開口203の内側表面に延びている柱709を形成してよい。このように、電場は、一つの平面たとえばメタル層706の平面内に形成されるだけでなく、貫通開口のより大きい部分に形成される。したがって、通過するビームの荷電粒子は、荷電粒子が貫通開口203を通過するとき、電場によってより長く（したがってより多く）影響される。

【0134】

電極204は、好適にはモリブデンから作られているが、それらは、他の導電材から作られてもよい。電極204は、ほぼ5マイクロメートル厚であってよく、電極は、リアクティブイオンエッチングを使用するモリブデンの異方性エッチングによって作られてよい。

20

【0135】

多重第一電極の第一のセットと多重第二電極の第二のセットに配された電極204と電子コントロール回路は、単一のCMOSデバイスを形成していてよい。

【0136】

本発明の側面によれば、マルチビームリソグラフィシステムなどの荷電粒子システムは、

- ・一つ以上の荷電粒子ビーム112をx方向に偏向するために配された第一のマニピュレーターデバイス202を備えており、第一のマニピュレーターデバイスは平面基板202を備えており、それは、少なくとも一つの貫通開口203を平面基板202の平面に備えており、各貫通開口203は、少なくとも一つの荷電粒子ビーム112を通過させるために配されており、

30

- ・一つ以上の荷電粒子ビーム112をy方向に偏向するために配された第二のマニピュレーターデバイス601を備えており、x方向はy方向に垂直であり、第二のマニピュレーターデバイスは平面基板202を備えており、それは、少なくとも一つの貫通開口203を平面基板202の平面に備えており、各貫通開口203は、少なくとも一つの荷電粒子ビームを通過させるために配されており、第二のマニピュレーターデバイス601は、第一のマニピュレーターデバイス202と平行に隣接して配されており、第二のマニピュレーターデバイスの少なくとも一つの貫通開口は、第一のマニピュレーターデバイスの少なくとも一つの貫通開口と整列されて配されている。

40

【0137】

ある実施形態では、システムはさらに、冷却流体を輸送するために配された冷却チューブ608を備えており、冷却チューブ608は、第一および第二のマニピュレーターデバイスの間に配されている。

【0138】

第一および第二のマニピュレーターデバイスは共に、熱膨張のために変形することがある。冷却チューブが第一および第二のマニピュレーターデバイスの間に配されたとき、マニピュレーターデバイスは対称的に拡大する。これは、マニピュレーターデバイスを曲げ

50

から防ぎ得る。

【0139】

ある実施形態では、システムはさらに、多重第一電極の第一のセットの少なくとも二つの第一電極に異なる電圧を供給するために配された電子コントロール回路を備えている。

【0140】

ある実施形態では、第一および第二のマニピュレーターデバイスはおのおの、単一のCMOSデバイスを形成する。

【0141】

上に説明されたマニピュレーターの、第一のおよび/または第二のマニピュレーターおよび/または電子コントロール回路の実施形態はまた、この荷電粒子システムに適用可能であることが理解され得る。

10

【0142】

上記の説明は、好ましい実施形態の動作を示すためにおこなわれ、本発明の範囲を限定するように意味されていないことが理解されるべきである。上記の議論から、本発明の真意および範囲によって包含されるであろう多くの変更が、この分野の当業者に明らかになるであろう。

【0143】

要約すると、本発明は、マルチビームリソグラフィシステムなどの荷電粒子システムに関し、一つ以上の荷電粒子ビームのマニピュレーションのためのマニピュレーターデバイスを備えており、マニピュレーターデバイスは、少なくとも一つの荷電粒子ビームを通過させるための少なくとも一つの貫通開口を平面基板の平面に備えている。各貫通開口には、前記貫通開口の周囲の第一の部分に沿った多重第一電極の第一のセットと、前記周囲の第二の部分に沿った多重第二電極の第二のセットに配された電極が設けられている。電子コントロール回路が、前記電極に電圧差を、前記貫通開口の前記周囲に沿った前記第一および第二電極の位置に応じて供給するために配されている。

20

以下、出願当初の特許請求の範囲に記載された発明を付記する。

[1] マルチビームリソグラフィシステムなどの荷電粒子システムであり、一つ以上の荷電粒子ビームのマニピュレーションのためのマニピュレーターデバイスを備えており、前記マニピュレーターデバイスは、

・平面基板を備えており、それは、少なくとも一つの貫通開口を前記平面基板の平面に備えており、各貫通開口は、少なくとも一つの荷電粒子ビームを通過させるために配されており、各貫通開口には、前記貫通開口の周囲の第一の部分に沿った多重第一電極の第一のセットと、前記周囲の第二の部分に沿った多重第二電極の第二のセットに配された電極が設けられており、また、

30

・一つの第一電極と一つの第二電極の複数のペアに電圧差を前記貫通開口の周囲に沿った前記第一および第二電極の位置に応じて供給するために配された電子コントロール回路を備えている、荷電粒子システム。

[2] 前記電子コントロール回路は、前記電圧差を前記ペアに、それぞれのペアの第一電極と第二電極の間の距離に応じて供給するために配されており、好適には、前記電圧差は、前記距離に正比例している、[1]に記載の荷電粒子システム。

40

[3] 前記周囲の前記第一の部分と前記周囲の前記第二の部分の間に平面が定められ、一つの電極と一つの正反対他方電極の間に線が定められ、前記平面および線によって角度 $\alpha$  ( ) が定められ、前記電子コントロール回路は、前記角度 $\alpha$  ( ) に応じて電極と前記他方電極に電圧差を供給するために配されており、好適には、前記電圧差は、 $\sin ( )$  に正比例している、[1] ~ [2] のいずれかに記載の荷電粒子システム

。  
[4] 前記周囲の前記第一の部分と前記周囲の前記第二の部分の間に平面が定められ、それぞれの電極と前記貫通開口の中心の間に線が定められ、前記平面と前記線によって角度 $\beta$  ( ) が定められ、前記電子コントロール回路は、前記角度 $\beta$  ( ) に応じてそれぞれの電極に電圧を供給するために配されており、好適には、前記電圧は、 $\sin ($

50

- に正比例している、[ 1 ] ~ [ 3 ] のいずれかに記載の荷電粒子システム。
- [ 5 ] 前記電極は、前記周囲に沿って一様に分配されている、[ 1 ] ~ [ 4 ] のいずれかに記載の荷電粒子システム。
- [ 6 ] 前記周囲の前記第一の部分と前記周囲の前記第二の部分の間に平面が定められ、前記電極は、前記平面に対して実質的に対称的に配されている、[ 1 ] ~ [ 5 ] のいずれかに記載の荷電粒子システム。
- [ 7 ] 前記周囲の前記第一の部分と前記周囲の前記第二の部分の間に平面が定められ、前記ペアの前記第一電極は、前記平面に対して、前記ペアの前記第二電極の反対側に配置されている、[ 1 ] ~ [ 6 ] のいずれかに記載の荷電粒子システム。
- [ 8 ] 前記電子コントロール回路は、前記第一電極に正電圧  $V$  を供給し、前記第二電極に負電圧  $-V$  を供給するために配されている、[ 7 ] に記載の荷電粒子システム。
- [ 9 ] 前記電子コントロール回路は、二つの第一電極に正電圧  $V$  を供給し、二つの第二電極に負電圧  $-V$  を供給するために配されている、[ 1 ] ~ [ 8 ] のいずれかに記載の荷電粒子システム機器。
- [ 10 ] 前記マニピュレーターデバイスは、前記貫通開口の前記周囲に沿って、実質的に前記平面上に配された二つの電極をさらに備えており、前記電子コントロール回路は、前記二つの電極のおおのにおのの電圧を供給するために配されており、前記一つの電圧は、好適には、オフセット電圧であり、好適には、実質的に 0 ボルトに等しい、[ 1 ] ~ [ 8 ] のいずれかに記載の荷電粒子システム。
- [ 11 ] 前記電子コントロール回路は、それぞれの電極に電圧を供給するための電圧分割器として、好適には、オペレーショナルアンプのフィードバック抵抗体として配された抵抗体を備えている、[ 1 ] ~ [ 10 ] のいずれかに記載の荷電粒子システム。
- [ 12 ] 前記電子コントロール回路は、前記第一電極に電圧を供給するためのフィードバック抵抗体としての電圧分割器を備えた第一のオペレーショナルアンプと、前記第二電極に電圧を供給するためのフィードバック抵抗体としての電圧分割器を備えた第二のオペレーショナルアンプを備えている、[ 1 ] ~ [ 11 ] のいずれかに記載の荷電粒子システム。
- [ 13 ] 前記電子コントロール回路は、前記第一および前記第二のオペレーショナルアンプに単一コントロール信号を出力するためのデジタル・アナログ変換器と、前記コントロール信号の極性を反転させるために配された極性反転器を備えており、前記第一のオペレーショナルアンプは、前記コントロール信号を受けるために前記デジタル・アナログ変換器に直接接続され、前記第二のオペレーショナルアンプは、反転コントロール信号を受けるために前記極性反転器を介して前記デジタル・アナログ変換器に接続されている、[ 12 ] に記載の荷電粒子システム。
- [ 14 ] [ 1 ] ~ [ 13 ] のいずれかに記載の荷電粒子システムであり、
- ・前記周囲に沿った隣接電極間にギャップが設けられており、
  - ・前記貫通開口の前記周囲は、前記電極によって覆われた第一のエリアと、前記ギャップによって覆われた第二のエリアから成り、
  - ・電極対ギャップ比が、前記第一のエリア割る前記第二のエリアによって定められ、
  - ・前記電極対ギャップ量は、5 ~ 15 の範囲内にあり、または好適には実質的に 10 である、荷電粒子システム。
- [ 15 ] 前記マニピュレーターデバイスはクロストークシールドを備えており、前記クロストークシールドは、平面シールド基板を備えており、それは、少なくとも一つの貫通開口を前記平面シールド基板の平面に備えており、前記平面シールド基板の前記少なくとも一つの貫通開口は、前記平面基板の前記少なくとも一つの貫通開口と整列されて配されている、[ 1 ] ~ [ 14 ] のいずれかに記載の荷電粒子システム。
- [ 16 ] 前記平面基板と前記平面シールド基板の間の距離は、10 マイクロメートルよりも小さく、好適には 5 マイクロメートルよりも小さく、またはほぼ 3 マイクロメートルであり、および/または、前記シールド平面基板の厚さは、前記平面基板の前記少なくとも一つの貫通開口のほぼ直径である、[ 15 ] に記載の荷電粒子システム。

10

20

30

40

50



[ 1 7 ] [ 1 ] ~ [ 1 6 ] のいずれかに記載の荷電粒子システムであり、

・少なくとも一つの第一の平面レンズ開口を備えている第一の平面レンズ基板をさらに備え、前記少なくとも一つの第一の平面レンズ開口は、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板の前記少なくとも一つの貫通開口と整列されて配され、前記第一の平面レンズ基板は、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板の上方にそれと平行に配されており、また、

・少なくとも一つの第二の平面レンズ開口を備えている第二の平面レンズ基板をさらに備え、前記少なくとも一つの第二の平面レンズ開口は、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板の前記少なくとも一つの貫通開口と整列されて配され、前記第二の平面レンズ基板は、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板の下方にそれと平行に配されており、

前記システムは、前記ビームのためのアインツェルレンズを生成するために前記第一の平面レンズ基板と前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板の間と、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板と前記第二の平面レンズ基板の間に電圧差を供給するために配されている、荷電粒子システム。

[ 1 8 ] 少なくとも一つのカレントリミッター開口を備えている平面カレントリミッター基板をさらに備えており、前記カレントリミッター平面基板は、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板の上方に配されており、前記少なくとも一つのカレントリミッター開口は、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板の前記少なくとも一つの貫通開口と整列されて配されている、[ 1 ] ~ [ 1 7 ] のいずれかに記載の荷電粒子システム。

[ 1 9 ] 前記少なくとも一つのカレントリミッター開口は、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板の前記少なくとも一つの貫通開口よりも小さい、[ 1 8 ] に記載の荷電粒子システム。

[ 2 0 ] [ 1 ] ~ [ 1 9 ] のいずれかに記載の荷電粒子システムであり、

・前記マニピュレーターデバイスは、前記一つ以上の荷電粒子ビームを x 方向に偏向するために配された第一のマニピュレーターデバイスであり、

・前記荷電粒子システムは、前記一つ以上の荷電粒子ビームを y 方向に偏向するために配された [ 1 ] ~ [ 1 6 ] のいずれか一つに記載の第二のマニピュレーターデバイスをさらに備えており、前記 x 方向は前記 y 方向に垂直であり、前記第二のマニピュレーターデバイスは、前記第一のマニピュレーターデバイスと平行に隣接して配されており、前記第二のマニピュレーターデバイスの前記少なくとも一つの貫通開口は、前記第一のマニピュレーターデバイスの前記少なくとも一つの貫通開口と整列されて配されており、

前記システムは、前記ビームのためのアインツェルレンズを生成するために前記第一の平面レンズ基板と前記第一のマニピュレーターデバイスの前記平面基板の間と、前記第二のマニピュレーターデバイスの前記平面基板と前記第二の平面レンズ基板の間に電圧差を供給するために配されている、荷電粒子システム。

[ 2 1 ] 前記第一および第二の平面レンズ基板は接地され、前記システムは、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板に負電圧を供給するために配されており、前記負電圧は、好適には - 1 5 0 0 ボルトから - 5 0 0 ボルトまでの範囲内にあり、より好適にはほぼ - 1 0 0 0 ボルトである、[ 1 7 ] ~ [ 2 0 ] のいずれかに記載の荷電粒子システム。

[ 2 2 ] [ 1 ] ~ [ 2 1 ] のいずれかに記載の、マルチビームリソグラフィシステムなどの荷電粒子システムの荷電粒子ビームを操作するためのマニピュレーターデバイス。

[ 2 3 ] マルチビームリソグラフィシステムなどの荷電粒子システムであり、

・一つ以上の荷電粒子ビームのマニピュレーションのためのマニピュレーターデバイスを備えており、それは平面基板を備えており、それは、少なくとも一つの貫通開口を前記平面基板の平面に備えており、各開口は、少なくとも一つの荷電粒子ビームを通過させるために配されており、また、

・少なくとも一つの第一の平面レンズ開口を備えている第一の平面レンズ基板を備えており、前記少なくとも一つの第一の平面レンズ開口は、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板の前記少なくとも一つの貫通開口と整列されて配されており、前記第一の平

10

20

30

40

50

面レンズ基板は、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板の上方にそれと平行に配されており、また、

・少なくとも1第二の平面レンズ開口を備えている第二の平面レンズ基板を備えており、前記少なくとも一つの第二の平面レンズ開口は、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板の前記少なくとも一つの貫通開口と整列されて配されており、前記第二の平面レンズ基板は、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板の下方にそれと平行に配されており、

前記システムは、前記ビームのためのアインツェルレンズを生成するために前記第一の平面レンズ基板と前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板の間と、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板と前記第二の平面レンズ基板の間に電圧差を供給するために配されている、荷電粒子システム。

10

[ 2 4 ] 少なくとも一つのカレントリミッター開口を備えている平面カレントリミッター基板をさらに備えており、前記カレントリミッター平面基板は、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板の上方に配されており、前記少なくとも一つのカレントリミッター開口は、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板の前記少なくとも一つの貫通開口と整列されて配されている、[ 2 3 ] に記載の荷電粒子システム。

[ 2 5 ] 前記少なくとも一つのカレントリミッター開口は、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板の前記少なくとも一つの貫通開口よりも小さい、[ 2 4 ] に記載の荷電粒子システム。

[ 2 6 ] 冷却流体を輸送するための冷却チューブをさらに備えており、前記冷却チューブは、前記少なくとも一つのカレントリミッター開口のまわりに配されている、[ 2 4 ] ~ [ 2 5 ] のいずれかに記載の荷電粒子システム。

20

[ 2 7 ] [ 2 4 ] ~ [ 2 6 ] のいずれかに記載の荷電粒子システムであり、

・前記マニピュレーターデバイスは、前記一つ以上の荷電粒子ビームをx方向に偏向するために配された第一のマニピュレーターデバイスであり、

・荷電粒子システムは、前記一つ以上の荷電粒子ビームをy方向に偏向するために配された第二のマニピュレーターデバイスをさらに備えており、前記x方向は前記y方向に垂直であり、前記第二のマニピュレーターデバイスは平面基板を備えており、それは、少なくとも一つの貫通開口を前記平面基板の平面に備えており、各貫通開口は、少なくとも一つの荷電粒子ビームを通過させるために配されており、前記第二のマニピュレーターデバイスは、前記第一のマニピュレーターデバイスに平行に隣接して配されており、前記第二のマニピュレーターデバイスの前記少なくとも一つの貫通開口は、前記第一のマニピュレーターデバイスの前記少なくとも一つの貫通開口と整列されて配されており、

30

前記システムは、前記ビームのためのアインツェルレンズを生成するために前記第一の平面レンズ基板と前記第一のマニピュレーターデバイスの前記平面基板の間と、前記第二のマニピュレーターデバイスの前記平面基板と前記第二の平面レンズ基板の間に電圧差を供給するために配されている、荷電粒子システム。

[ 2 8 ] 前記第一および第二の平面レンズ基板は接地され、前記システムは、前記マニピュレーターデバイスの前記平面基板に負電圧を供給するために配されており、前記負電圧は、好適には - 1 5 0 0 ボルトから - 5 0 0 ボルトまでの範囲内にあり、より好適にはほぼ - 1 0 0 0 ボルトある、[ 2 3 ] ~ [ 2 7 ] のいずれかに記載の荷電粒子システム。

40

[ 2 9 ] 冷却流体を輸送するための冷却チューブをさらに備えており、前記冷却チューブは、前記第一および前記第二のマニピュレーターデバイスの間に配されている、[ 2 3 ] ~ [ 2 8 ] のいずれかに記載の荷電粒子システム。

[ 3 0 ] 多重第一電極の第一のセットと多重第二電極の第二のセットに配された前記電極と、前記電子コントロール回路は、単一のCMOSデバイスを形成している、[ 1 ] ~ [ 2 5 ] のいずれかに記載の荷電粒子システム。

[ 3 1 ] マルチビームリソグラフィシステムなどの荷電粒子システムであり、

・一つ以上の荷電粒子ビームをx方向に偏向するために配された第一のマニピュレーターデバイスを備えており、前記第一のマニピュレーターデバイスは平面基板を備えており

50

、それは、少なくとも一つの貫通開口を前記平面基板の平面に備えており、各貫通開口は、少なくとも一つの荷電粒子ビームを通過させるために配されており、

・前記一つ以上の荷電粒子ビームを y 方向に偏向するために配された第二のマニピュレーターデバイスを備えており、前記 x 方向は前記 y 方向に垂直であり、前記第二のマニピュレーターデバイスは平面基板を備えており、それは、少なくとも一つの貫通開口を前記平面基板の平面に備えており、各貫通開口は、少なくとも一つの荷電粒子ビームを通過させるために配されており、前記第二のマニピュレーターデバイスは、前記第一のマニピュレーターデバイスと平行に隣接して配されており、前記第二のマニピュレーターデバイスの前記少なくとも一つの貫通開口は、前記第一のマニピュレーターデバイスの前記少なくとも一つの貫通開口と整列されて配されており、

10

前記第一および前記第二のマニピュレーターデバイスはおのおの単一の CMOS デバイスを形成している、荷電粒子システム。

[ 3 2 ] マルチビームリソグラフィシステムなどの荷電粒子システムであり、

・一つ以上の荷電粒子ビームを x 方向に偏向するために配された第一のマニピュレーターデバイスを備えており、前記第一のマニピュレーターデバイスは平面基板を備えており、それは、少なくとも一つの貫通開口を前記平面基板の平面に備えており、各貫通開口は、少なくとも一つの荷電粒子ビームを通過させるために配されており、また、

・前記一つ以上の荷電粒子ビームを y 方向に偏向するために配された第二のマニピュレーターデバイスを備えており、前記 x 方向は前記 y 方向に垂直であり、前記第二のマニピュレーターデバイスは平面基板を備えており、それは、少なくとも一つの貫通開口を前記平面基板の平面に備えており、各貫通開口は、少なくとも一つの荷電粒子ビームを通過させるために配されており、前記第二のマニピュレーターデバイスは、前記第一のマニピュレーターデバイスと平行に隣接して配されており、前記第二のマニピュレーターデバイスの前記少なくとも一つの貫通開口は、前記第一のマニピュレーターデバイスの前記少なくとも一つの貫通開口と整列されて配されており、また、

20

・冷却流体を輸送するために配された冷却チューブを備えており、前記冷却チューブは、前記第一および前記第二のマニピュレーターデバイスの間に配されている、荷電粒子システム。

[ 3 3 ] マルチビームリソグラフィシステムなどの荷電粒子システムであり、一つ以上の荷電粒子ビームのマニピュレーションのためのマニピュレーターデバイスを備えており、前記マニピュレーターデバイスは、

30

・平面基板を備えており、それは、少なくとも一つの貫通開口を前記平面基板の平面に備えており、各貫通開口は、少なくとも一つの荷電粒子ビームを通過させるために配されており、各貫通開口には、前記貫通開口の前記周囲の第一の部分に沿った多重第一電極の第一のセットと、前記周囲の第二の部分に沿った多重第二電極の第二のセットに配された電極が設けられており、

・多重第一電極の第一のセットの少なくとも二つの第一電極に異なる電圧を供給するために配された電子コントロール回路を備えている、荷電粒子システム。

【 図 1 】

図1

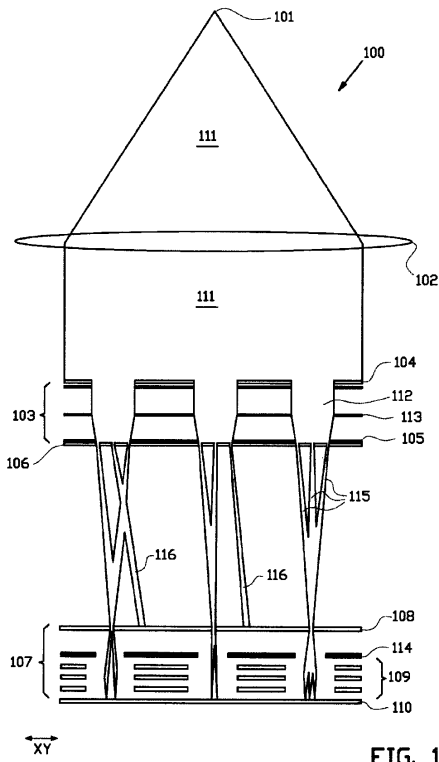


FIG. 1

【 図 2 】

図2

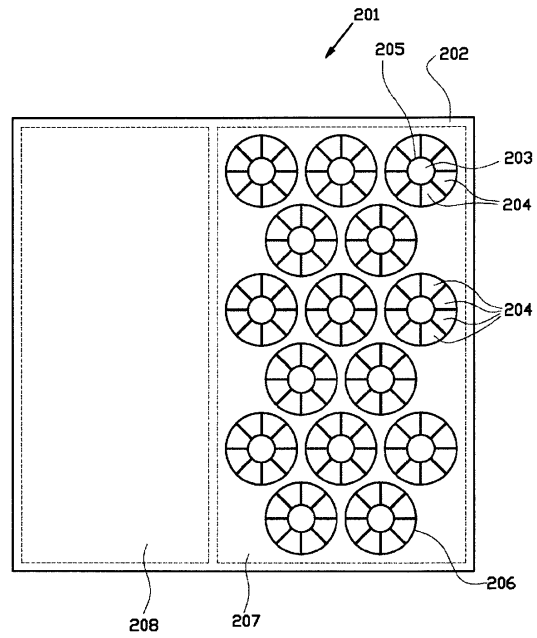


FIG. 2

【 図 3 A 】

図3A

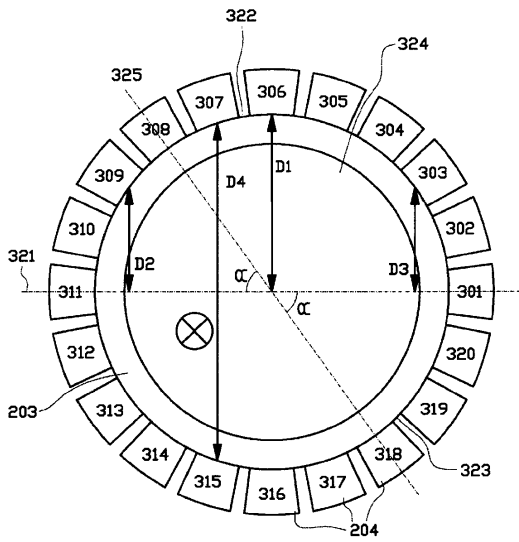


FIG. 3A

【 図 3 B 】

図3B

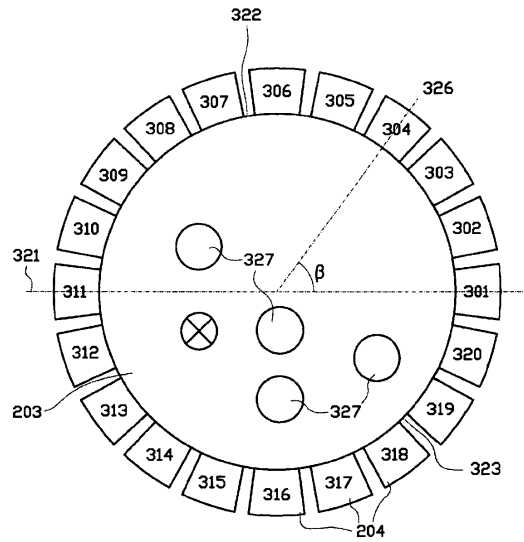


FIG. 3B

【 図 4 】

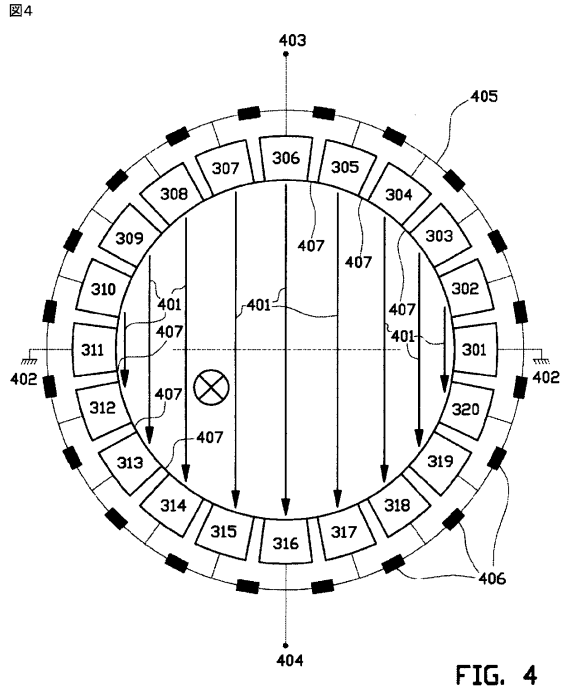


FIG. 4

【 図 5 A 】

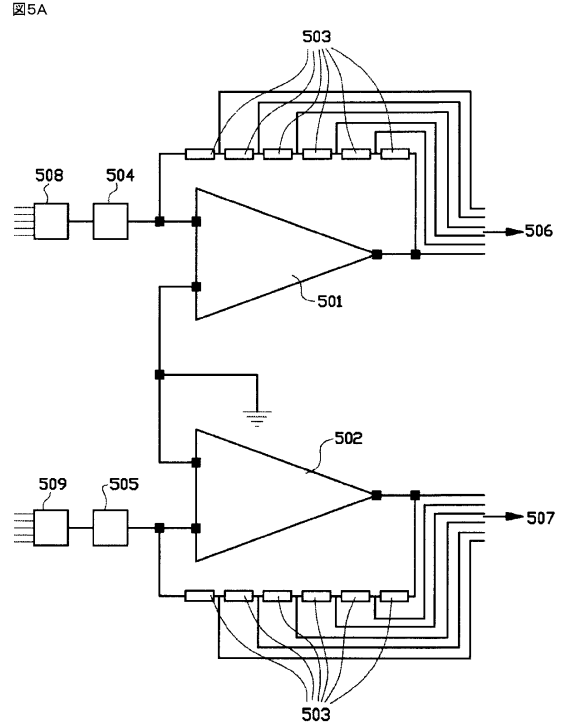


FIG. 5A

【 図 5 B 】

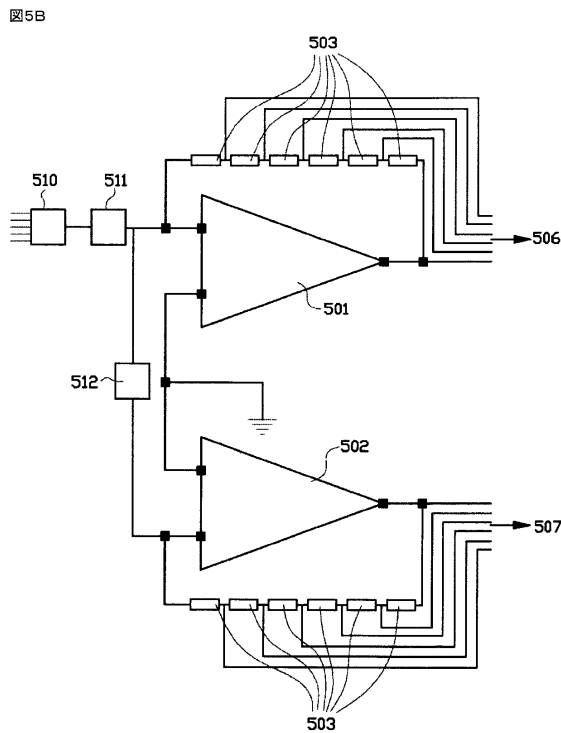


FIG. 5B

【 図 6 A 】

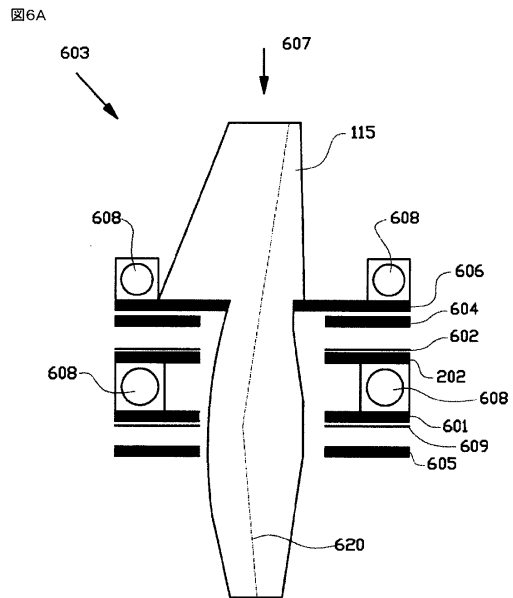


FIG. 6A

【 図 6 B 】

図6B

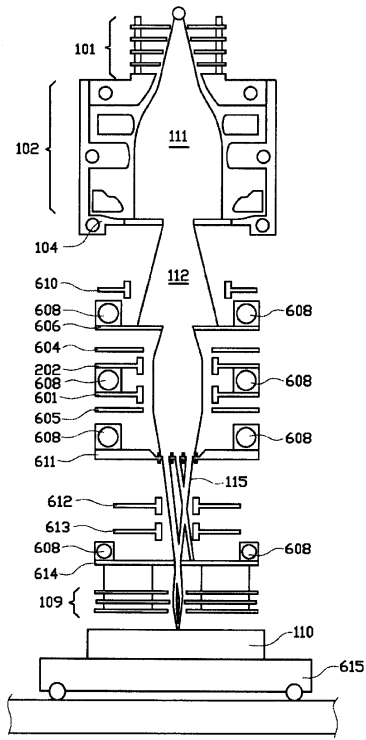


FIG. 6B

【 図 7 】

図7

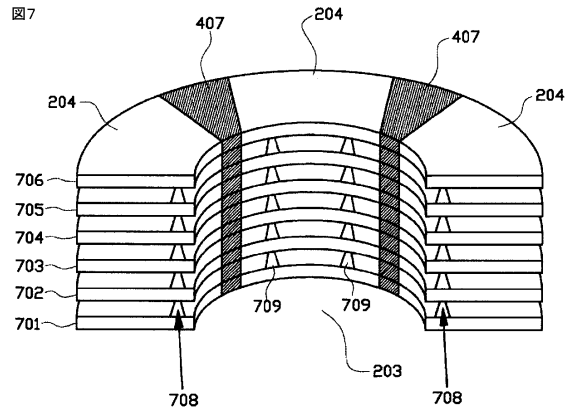


FIG. 7

## フロントページの続き

(31)優先権主張番号 61/547,217

(32)優先日 平成23年10月14日(2011.10.14)

(33)優先権主張国 米国(US)

(74)代理人 100199565

弁理士 飯野 茂

(72)発明者 マルコ・ヤン ヤコ・ウィーランド

オランダ国、2 6 1 2 ジーデー・デルフト、ベレストラート 2 3

(72)発明者 アレクサンデル・ヘンドリック・ピンセント・ファン・フェーン

オランダ国、3 0 3 9 イーアール・ロッテルダム、スタットハウデルスブレイン 2 7 シー

(72)発明者 スティーン・ウィレム・ヘルマン・カレル・ステーンブリック

オランダ国、2 5 9 3 イーシー・デン・ハーグ、ゲラルド・レイーンストラート 1 4

(72)発明者 アルリック・ファン・デン・プロム

オランダ国、3 5 3 2 ビージェイ・ウトレヒト、クレメルストラート 1 4 7

審査官 今井 彰

(56)参考文献 国際公開第2010/094719(WO, A1)

特開2004-134388(JP, A)

特開2004-055166(JP, A)

特開2000-268755(JP, A)

特開2001-118491(JP, A)

特開平04-328236(JP, A)

特開昭62-088247(JP, A)

特許第5781523(JP, B2)

特許第5844269(JP, B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/027

G03F 7/20-7/24、9/00-9/02

H01J 37/30-37/36