(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2005-294837
(P2005-294837A)
(43)公開日　平成17年10月20日(2005.10.20)

(51)Int.Cl.[7]	F I		テーマコード（参考）
H01L 21/027	H01L 21/30	529	2H041
G02B 26/08	G02B 26/08	E	5F046
G03F 7/20	G03F 7/20	521	

審査請求 有　請求項の数 14　OL　外国語出願　（全 20 頁）

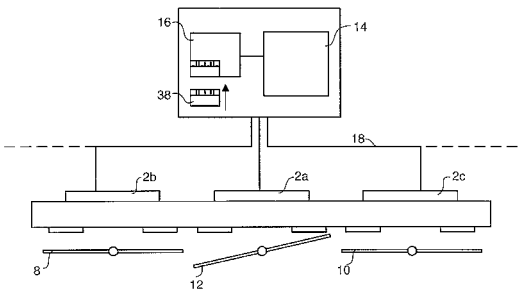
(21)出願番号　特願2005-100817 (P2005-100817)
(22)出願日　平成17年3月31日 (2005.3.31)
(31)優先権主張番号　10/812994
(32)優先日　平成16年3月31日 (2004.3.31)
(33)優先権主張国　米国 (US)

(71)出願人　504151804
エイエスエムエル　ネザランドズ　ベスローテン　フエンノートシャップ
オランダ国　フェルトホーフェン、デ　ルン　６５０１
(74)代理人　100066692
弁理士　浅村　皓
(74)代理人　100072040
弁理士　浅村　肇
(74)代理人　100080263
弁理士　岩本　行夫
(74)代理人　100087217
弁理士　吉田　裕

最終頁に続く

(54)【発明の名称】リソグラフィー装置及びデバイス製造方法

(57)【要約】　（修正有）
【課題】描画の品質低下を実質的に抑制するか又は排除する改良リソグラフィー装置を提供すること。
【解決手段】基板をパターン形成するために使用されるリソグラフィー装置において、放射の投影ビームを供給するための照明系と、投影ビームの断面にパターンを与えるための個別制御可能要素のアレイと、露光動作時に基板を支持するための基板テーブルとを具備し、投影系が、パターン形成されたビームを基板の標的部分の上に投影する。制御システムが、前記個別制御可能要素のそれぞれを望ましい状態に設定するための制御信号を送出する。補正装置が、少なくとも１つの他の個別制御可能要素に印加すべき制御信号に基づいて、第１の個別制御可能要素に印加された制御信号を調整する。これは、個別制御可能要素間のクロストークから生じる描画の品質低下を抑制するために実施可能である。
【選択図】図４



【特許請求の範囲】
【請求項１】
放射の投影ビームを供給する照明系と、
前記投影ビームにパターンを与える個別制御可能要素のアレイと、
露光動作時に基板を支持する基板テーブルと、
前記パターン形成されたビームを前記基板の標的部分の上に投影する投影系と、
前記個別制御可能要素のそれぞれを所与の状態に設定するための制御信号を送出する制御システムと、
少なくとも１つの他の個別制御可能要素に印加された前記制御信号に基づいて、前記個別制御可能要素アレイ中の第１の個別制御可能要素に印加された前記制御信号を調整する補正装置と
を備えるリソグラフィー装置。
【請求項２】
前記補正装置は、前記第１の個別制御可能要素の最隣接要素である個別制御可能要素の集団に印加された前記制御信号に基づいて、前記第１の個別制御可能要素に印加された前記制御信号を調整する、請求項１に記載のリソグラフィー装置。
【請求項３】
前記補正装置は、前記第１の個別制御可能要素の次に最も隣接する要素である個別制御可能要素の集団に印加された前記制御信号に基づいて、前記第１の個別制御可能要素に印加された前記制御信号を調整する、請求項１に記載のリソグラフィー装置。
【請求項４】
前記補正装置は、前記第１の個別制御可能要素に機械的に連結された個別制御可能要素の集団に印加された前記制御信号に基づいて、前記第１の個別制御可能要素に印加された前記制御信号を調整するように配置されている、請求項１に記載のリソグラフィー装置。
【請求項５】
前記補正装置が、少なくとも１つの他の個別制御可能要素に印加された信号によって引き起こされた前記第１の制御可能要素に対する予測効果を表す補正データを格納するメモリ・モジュールを備えている、請求項１に記載のリソグラフィー装置。
【請求項６】
前記補正装置は、少なくとも１つの他の個別制御可能要素に印加された前記制御信号と、前記メモリ・モジュールによって提供された前記補正データとに基づいて一定量だけ調整される前記第１の個別制御可能要素に送出される制御信号を供給するための前記制御システムに結合されている、請求項５に記載のリソグラフィー装置。
【請求項７】
前記補正データは、次のような力、すなわち、静電力、静磁気力、及び機械力の１つ又は複数の力を考慮している、請求項５に記載のリソグラフィー装置。
【請求項８】
前記補正データに対する少なくとも１つの寄与が、少なくとも１つの他の個別制御可能要素に印加された制御信号によって引き起こされた前記第１の個別制御可能要素に対する効果の測定から入手されている、請求項５に記載のリソグラフィー装置。
【請求項９】
前記補正データに対する少なくとも１つの寄与が、少なくとも１つの他の個別制御可能要素に印加された制御信号によって引き起こされた前記第１の個別制御可能要素に対する予測効果の計算から入手され、前記計算は前記個別制御可能要素のアレイの幾何学的配置に基づいている、請求項５に記載のリソグラフィー装置。
【請求項１０】
前記補正装置が、前記第１の個別制御可能要素に関連付けられた補正部材を備え、前記補正部材は、前記制御システムから前記制御信号を受け取り、少なくとも１つの他の個別制御可能要素に印加すべき前記制御信号の所定の関数として、前記受け取った信号の水準を調整し、及び前記調整した制御信号を前記第１の個別制御可能要素に伝送するように配

置されている、請求項１に記載のリソグラフィー装置。
【請求項１１】
前記補正装置は前記個別制御可能要素アレイの支持基板の上に位置している、請求項１に記載のリソグラフィー装置。
【請求項１２】
リソグラフィー装置中の個別制御可能要素のアレイに対する較正方法であって、既知の制御信号が第１の個別制御可能要素に印加され、かつ少なくとも１つの他の個別制御可能要素の得られる乱れが記録される較正方法。
【請求項１３】
前記較正方法は、異なる大きさの既知の制御信号に対して反復して適用される、請求項１２に記載の較正方法。
【請求項１４】
投影ビームの断面にパターンを与えるために個別制御可能要素のアレイを使用する工程と、
前記放射のパターンが形成されたビームを基板の標的部分の上に投影する工程と、
複数の前記個別制御可能要素のそれぞれに制御信号を供給し、前記複数の個別制御可能要素のそれぞれを所与の状態に設定する工程と、
少なくとも１つの他の個別制御可能要素に印加すべき前記制御信号に基づいて、前記複数の個別制御可能要素の第１の１つの要素に印加された前記制御信号を調整する工程と
を含む製造方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、リソグラフィー装置及びデバイス製造方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
リソグラフィー装置とは、望ましいパターンを基板の標的部分の上に描画する機械である。リソグラフィー装置は、例えば、集積回路（ＩＣ）、平面型表示装置、及び微細構造を伴う他のデバイスの製造に使用可能である。従来のリソグラフィー装置では、パターン形成手段（別法ではマスク又はレチクルとも呼ばれる）を使用してＩＣ（又は他のデバイス）の個別層に対応する回路パターンを作成することが可能であり、このようなパターンは、放射感応材料の層（例えば、レジスト）を有する基板（例えば、シリコン・ウェーハ又はガラス板）上の標的部分（例えば、１個又は数個のダイの一部）の上に描画可能である。このパターン形成手段は、マスクではなく、回路パターンを作成する役割を果たす個別制御可能要素のアレイを備えることができる。
【０００３】
一般には、単一の基板が、連続的に露光される隣接標的部分の網目構造を含む。公知のリソグラフィー装置は、１回の試みで標的部分上にパターン全体を露光することによって、それぞれの標的部分が照射されるステッパと、投影ビームによってパターンを所与の方向（例えば、「走査」方向）に走査する一方で、この方向に対して平行に又は逆平行に同期して基板を走査することによって、それぞれの標的部分が照射されるスキャナとを含む。
【０００４】
分解能を高めるためには、個別制御可能要素のアレイを益々密に実装した配置を作成するのが望ましいことであった。これらの要素がさらに微小化しかつ密集化するにつれて、描画品質が低下することが判明している。
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
したがって、描画の品質低下を実質的に抑制するか又は排除する改良リソグラフィー装

置に対する要望が存在する。
【課題を解決するための手段】
【０００６】
本発明の一実施例は、放射の投影ビームを供給する照明系と、投影ビームの断面にパターンを与える役割を果たす個別制御可能要素のアレイと、パターン形成された投影ビームによる露光時に基板を支持する基板テーブルと、パターン形成されたビームを基板の標的部分上に投影する投影系と、前記個別制御可能要素のそれぞれを所与の状態に設定するための制御信号を送信する制御システムと、少なくとも１つの他の個別制御要素に印加すべき制御信号に基づいて、第１の個別制御可能要素に印加された制御信号を調整するための補正装置とを具備する、リソグラフィー装置を提供する。
【０００７】
描画の品質低下は、個別制御可能要素のアレイの個々の要素間で発生する干渉（すなわち、「クロストーク」）から生じ得る。上述の補正装置は、このようにして生じる描画の品質低下を抑制するための効率的かつ融通性のある装置となり得る。この装置は、互いに相互作用することがない個別制御可能要素のアレイを設計する試みに対して費用対効果が大きい別法を提供する。特に、基板に描画された像に対する過剰な悪影響を伴うことなく、遙かに小型化した要素及び／又はより密に密集するか若しくは機械的に連結された要素が使用可能である。
【０００８】
一実施例では、補正装置は、最隣接要素を含む１つ又は複数の個別制御可能要素に印加された制御信号に基づいて、第１の個別制御可能要素に印加された制御信号を調整するように配置可能である。数多くの状況下では、最隣接要素の集合が第１の個別制御可能要素に最も影響を与える要素の集合を表す。これらの要素のみを考慮することによって、計算量及び／又は補正装置を実装するのに必要なハードウェアの数量を削減することが可能である。このような配置はまた、どれだけ迅速に補正が実施可能であるかにも影響を与え、したがってリソグラフィー装置の動作可能速度に影響し得る。
【０００９】
別の実施例では、補正装置は、次に最も隣接する要素を含む個別制御可能要素の集団に印加された信号に基づいて、第１の個別制御可能要素に印加された制御信号を調整するように配置可能である。次に最も隣接する要素は、第１の個別制御可能要素の動作にとって（最隣接要素に次いで）次に最も重要な要素である（密な空間的離隔距離においても又はそれらが引き起こすクロストークの強さにおいても）。次に最も隣接する要素は最隣接要素の影響よりも小さいことが想定されるが、より高水準の補正を実現するためには、これらの要素を考慮する必要があり得る。
【００１０】
必要な補正の程度及びクロストークの空間的広がりに応じて、次に最も隣接する要素よりも第１の個別制御可能要素から遠くに離隔された要素を追加的に考慮する必要があり得る。
【００１１】
他の一実施例では、補正装置は、第１の個別制御可能要素に機械的に連結された要素を含む個別制御可能要素の集団に印加された制御信号に基づいて、第１の個別制御可能要素に印加された制御信号を調整するように配置可能である。個別制御可能要素のアレイの構成に応じて、第１の個別制御可能要素とのクロストークを考慮するときに最も関係する要素が最隣接要素ではない場合があり得る。同様に、次に最も隣接する要素の集団は、次水準の補正に関して適切な要素の選択ではない場合もあり得る。補正目的に関して最も重要な要素の集団は、一般にはクロストークを引き起こしている物理的相互作用の種類に依存する。例えば、当該の物理的相互作用が機械的相互作用である場合には、補正すべき最も重要な要素は、第１の個別制御可能要素に最も強連結された要素である。例えば、要素が共通のヒンジを共有する場合には、最も重要な要素は、このヒンジの軸線に沿って第１の個別制御可能要素に隣接する要素であり得る。より高水準の補正は、このヒンジの軸線に

沿って位置する後続の要素を考慮することによって実現可能である。

【００１２】

さらに他の実施例では、補正装置はメモリ・モジュールを含み得る。このメモリは、少なくとも１つの他の個別制御可能要素に印加された信号によって引き起こされた第１の制御可能要素に対する予測効果を表す補正データを格納し得る。メモリ・モジュールによって格納された補正データは効率的にアクセス可能であり、それは数多くの他の個別制御可能要素に印加された信号によって引き起こされた第１の制御可能要素に対する予測効果を表し得る。このような他の個別制御可能要素は、それぞれが異なる制御信号を受け取っており、したがって異なる状態になっており、同様に、第１の制御可能要素もそれ自体の制御信号によって幾つかの実現可能な状態の１つに設定済みであり得る。このような数多くの実現可能な構成は、適正水準の補正を実現するのに極めて大きな補正データのボリュームが必要となり得ることを意味する。専用メモリ・モジュールの使用は、このような容易にアクセス可能な形態にあるデータを格納するためのより大きな有効範囲を提供する。

【００１３】

さらに他の実施例では、補正装置は、少なくとも１つの他の個別制御可能要素に印加された制御信号と、メモリ・モジュールによって提供された補正データとに基づいて一定量だけ調整される第１の個別制御可能要素に送出すべき補正制御信号を供給するために、制御システムに結合可能である。制御信号が個別制御可能要素のアレイに送出される前に制御信号を調整することは、極めて複雑になり得る補正手順を制御システムのソフトウェア及び／又はハードウェアに組込みできるので有利であり得る。制御信号がその後の段階で調整される状況とは異なり、このような配置は、それが個別制御可能要素の単一のアレイに依存することがないという意味で融通性が備わる利点を有する。また、本装置は個別制御可能要素の多様な異なるアレイに関しても動作するように構成可能である。本装置はまた、個別制御可能要素の所与のアレイに関してもより効果的な態様で動作するように、性能評価に応答して調節又は調整可能である。例えば、補正は、本装置の使用中に調整可能であり、発生し得る個別制御可能要素の特性変化にいずれも効果的に応答することができる。

【００１４】

さらに他の実施例では、補正装置は、第１の個別制御可能要素に関連付けられた補正部材を含むことができる。この補正部材は、制御システムから制御信号を受け取り、少なくとも１つの他の個別制御可能要素に印加された制御信号の所定の関数として、この受け取った信号の水準を調整し、及び／又はこの調整された制御信号を第１の個別制御可能要素に伝送するように配置可能である。このような配置は、クロストーク補正が効果的に個別制御可能要素のアレイ中にハードワイヤードされるという簡素さが備わる利点を有する。このような配置の利点は、制御システムに変更を加える必要がなく、あたかもクロストークが存在しないかのように、制御信号を第１の個別制御可能要素のアレイに供給するだけでよいという点に存在し得る。

【００１５】

一実施例では、補正データは、次のような力、すなわち、静電力、静磁気力、機械力の１つ又は複数の力を考慮することができる。個別制御可能要素アレイの各要素の駆動は、静電引力のような電気的力によって実現可能である。このような力の大きさは、離隔するにつれて急激に低下し、又、シールドされることも可能である。しかし、個別制御可能要素が密集している場合には、１つの要素に関連する電気的駆動力が近隣の他の要素に影響を与えるのを完全に防ぐことはしばしば実現不可能である。同様の問題点は静磁気力にも該当する。個別制御可能要素の極めて微細なアレイが構成される場合には、機械力に関連するクロストークが問題になり得る。この場合には、近隣の他の要素が感じ取るのは、駆動力ではなくその動き自体かもしれない。

【００１６】

別の実施例では、補正データの少なくとも一部が、少なくとも１つの他の個別制御可能要素に印加された制御信号によって引き起こされた第１の個別制御可能要素に対する効果

の測定から入手可能である。このような補正データは一連の較正測定から入手可能であり、この較正測定を一緒に使用して個別制御可能要素アレイの最も重要な構成の効果を予測することができる。個別制御可能要素アレイの対称性によって、このような測定はアレイの限定的な領域にわたって実施するだけで済ますことができる。例えば、第１の個別制御可能要素は、複数の対応する制御信号と記録された周囲要素の変位とによって複数の異なる状態に設定可能である。この動作は、名目上平坦な周囲要素に対して、及び／又は様々な状態に設定されている周囲要素に関して実施可能である。

【００１７】

さらに他の実施例では、補正データの少なくとも一部が、少なくとも１つの他の個別制御可能要素に印加された制御信号によって引き起こされる第１個別制御可能要素に対する予測効果の計算から入手可能である。このような計算は、この個別制御可能要素アレイの幾何学的配置に基づき得る。この方式は、それ自体で又は上で論じた測定に基づく較正方式と組み合わせて使用可能である。予測される乱れを計算する利点は、それが較正測定に対する必要性を実質的に減少させるか又は排除し、かつメモリ・モジュールによって格納される必要がある補正データの量も削減できることであり得る。必要な補正データ量の節減は、これらの計算の全部又は一部が「進行中に」（すなわち、リアルタイムで）行われる場合に特に重要であり得る。計算がリアルタイムで実行可能であるか否かは、当該の幾何学配置の複雑さに依存するばかりでなく、クロストークの作用が及ぶ距離にも依存する。

【００１８】

本発明の別の実施例は、第１の個別制御可能要素に既知の制御信号を供給する工程と、少なくとも１つの他の個別制御可能要素の得られる乱れを記録する工程とを含む、リソグラフィー装置における個別制御可能要素のアレイに対する較正方法を提供する。この較正方法は、異なる大きさの既知の制御信号に対してばかりでなく、第１の個別制御可能要素によって影響を受ける個別制御可能要素の様々な開始位置に対しても反復して実施可能である。

【００１９】

本発明の他の実施例は、照明系を使用して投影ビーム放射を供給する工程と、投影ビームの断面にパターンを与えるために個別制御可能要素のアレイを使用する工程と、放射のパターン形成されたビームを基板の標的部分の上に投影する工程と、複数の前記個別制御可能要素のそれぞれに制御信号を供給し、それらを所与の状態に設定する工程と、少なくとも１つの他の個別制御可能要素に印加すべき制御信号に基づいて、第１の個別制御可能要素に印加された制御信号を調整する工程とを含む、デバイス製造方法を提供する。

【００２０】

本発明の他の実施例、特徴、及び利点、並びに本発明の様々な実施例の構造及び動作は、添付の図面を参照して以下に詳細に説明される。

【００２１】

本明細書に組み込まれかつ本明細書の一部を構成する添付図面は、本説明と共に、本発明の原理を説明し、当業者が本発明を構成しかつ使用することを可能にする役割をさらに果たす。

【実施例】

【００２２】

ここで添付の図面を参照して本発明を説明する。これらの図面では、同様の参照符号が同一の又は機能的に同様の要素を示す。

【００２３】

概説及び用語

本明細書で使用する「個別制御可能要素のアレイ」という用語は、望ましいパターンが基板の標的部分の中に作成され得るように、入射する放射ビームにパターン形成された断面を与えるために使用可能な任意の装置を指すものと広く解釈されるべきである。この関連では、「ライトバルブ」及び「空間光変調器」（ＳＬＭ）という用語も使用可能である

。このようなパターン形成装置の実施例を以下に論ずる。

【００２４】

プログラマブル・ミラー・アレイは、粘弾性制御層及び反射表面を有するマトリックス駆動表面を備えることができる。このような装置の背後にある基本原理は、例えば、反射表面のアドレス指定された領域が入射光を回折光として反射する一方で、アドレス指定されていない領域が入射光を非回折光として反射するというものである。適切な空間フィルタを使用すると、非回折光が反射ビームから濾光され、その結果回折光のみが基板に到達する。このような態様で、ビームは、マトリックス駆動表面のアドレス指定パターンに従ってパターン形成される。

【００２５】

別法として、フィルタが回折光を濾光し、その結果非回折光が基板に到達することが理解されよう。回折光学微小電気機械システム（ＭＥＭＳ）デバイスのアレイも対応する様態で使用可能である。それぞれの回折光学ＭＥＭＳデバイスは、入射光を回折光として反射する格子を形成するために相互に変形可能な複数の反射リボンを含むことができる。

【００２６】

本発明の他の別法は、微小ミラーのマトリックス配置を使用するプログラマブル・ミラー・アレイを含み得るが、微小ミラーのそれぞれは、適切な局在電界の印加によって又は圧電駆動手段の使用によって軸回りに個別に傾斜させることが可能である。この場合も、アドレス指定されたミラーが、入射する放射ビームをアドレス指定されていないミラーに対して異なる方向に反射するようにマトリックス駆動される。このような態様で、反射ビームは、マトリックス駆動ミラーのアドレス指定パターンに従ってパターン形成される。必要なマトリックス駆動は適切な電子的手段を使用して実行可能である。

【００２７】

上で説明した状況は両方とも、個別制御可能要素が１つ又は複数のプログラマブル・ミラー・アレイを備えることができる。ここで言及したミラー・アレイに関するさらに多くの情報は、例えば、米国特許第５，２９６，８９１号及び米国特許第５，５２３，１９３号、並びにＰＣＴ特許出願国際公開第９８／３８５９７号及びＰＣＴ特許出願国際公開第９８／３３０９６号から収集可能であり、それらの全体が参照により本明細書に援用される。

【００２８】

プログラマブルＬＣＤアレイも使用可能である。このような構成の一実施例が米国特許第５，２２９，８７２号に記載されており、その全体が参照により本明細書に援用される。

【００２９】

例えば、フィーチュアのプリバイアシング、光学的近位補正フィーチュア、位相変動技法、及び多重露光技法が用いられる場合は、個別制御可能要素のアレイ上に「表示された」パターンが、基板の層に又は基板上に最終的に転写されるパターンとは異なり得ることが理解されるべきである。同様に、最終的に基板上に作成されるパターンは、個別制御可能要素のアレイ上に任意の一瞬に形成されるパターンとは対応しない場合がある。これは、基板のそれぞれの部分上に形成される最終パターンが所与の時間又は所与の露光回数にわたって積み重ねられ、その間に個別制御可能要素のアレイ上のパターン及び／又は基板の相対位置が変化する配置における場合が該当する。

【００３０】

本文では、ＩＣの製造におけるリソグラフィー装置の使用を特定的に言及する場合があるが、本明細書で説明するリソグラフィー装置には、例えば、ＤＮＡチップ、微小電子機械システム（ＭＥＭＳ）、微小光電子機械システム（ＭＯＥＭＳ）、集積光学系、磁気ドメイン・メモリ用案内及び検出パターン、平面型表示装置、薄膜磁気ヘッド等のような他の応用例もあり得ることが理解されるべきである。このような別法による応用例の関連では、本明細書の「ウェーハ」又は「ダイ」という用語の使用はいずれも、それぞれに「基板」又は「標的部分」というより一般的な用語と同義であると考え得ることを当業者は理

解しよう。本明細書で言及する基板は、露光の前に又は後で、例えば、トラック（典型的にはレジスト層を基板に塗布しかつ露光済みのレジストを現像する手段）又は測定若しくは検査手段において処理可能である。応用可能であれば、このような及び他の基板処理手段に本明細書における開示を応用することもできる。さらには、例えば、多層ＩＣを作成するために、基板は１回以上処理されてもよい。その結果、本明細書で使用する基板という用語は複数回処理した層を既に含んでいる基板も指している。

【００３１】

本明細書で使用する「放射」及び「ビーム」という用語は、紫外線（ＵＶ）放射（例えば、３６５、２４８、１９３、１５７、又は１２６ナノメートルの波長を有する）及び極紫外線（ＥＵＶ）放射（例えば、５から２０ナノメートルまでの域内の波長を有する）ばかりでなく、イオン・ビーム又は電子ビームなどの粒子ビームも含めて、電磁放射のすべての種類を包含する。

【００３２】

本明細書で使用する「投影系」という用語は、屈折光学系、反射光学系、及び反射屈折光学系を含めて、例えば、使用されている露光放射に適切な、又は浸漬液の使用若しくは真空の使用などの他の要素に適切な様々な種類の投影系を包含するものと広義に解釈されるべきである。本明細書の「レンズ」という用語の使用はいずれも、より一般的な用語である「投影系」と同義であると見做されてもよい。

【００３３】

照明系も、屈折光学系、反射光学系、及び反射屈折系を含めて、放射の投影ビームを誘導、成形、又は制御するための様々な種類の光学要素を包含するものと広義に解釈されるべきであり、このような要素は以下では集合的に又は単独で「レンズ」と呼ばれる。

【００３４】

リソグラフィー装置は、２つ（例えば、２連ステージ）又はそれ以上の基板テーブル（及び／又は２つ以上のマスク・テーブル）を有する種類でもよい。このような「多連ステージ」機械では、追加的なテーブルを並行して、すなわち、１つ又は複数のテーブル上で予備工程を実行し、他方で１つ又は複数の他のテーブルを露光用に使用することができる。

【００３５】

リソグラフィー装置はまた、投影系の最終要素と基板の間の空間を充填するために、基板を相対的に大きな屈折率を有する液体（例えば、水）の中に浸漬する種類であり得る。浸漬液は、リソグラフィー装置内の他の空間、例えば、マスクと投影系の最初の要素との間に適用することも可能である。浸漬技法は、投影系の開口数を増やすために当業ではよく知られている。

【００３６】

さらには、本装置に液体処理セルを設けて、（例えば、基板に化学物質を選択的に付着させるか又は基板の表面構造を選択的に改変するために）液体と基板の照射部分との間の相互作用を可能にすることもできる。

【００３７】

リソグラフィー投影装置

図１は、本発明の一実施例によるリソグラフィー投影装置１００を模式的に示す。装置１００は、少なくとも１つの放射系１０２（例えば、ＥＸ、ＩＬ（例えば、ＡＭ、ＩＮ、ＣＯ等）等）、個別制御可能要素のアレイＰＰＭ１０４、物体テーブルＷＴ１０６（例えば、基板テーブル）、及び投影系（「レンズ」）ＰＬ１０８を具備する。

【００３８】

放射系１０２は、放射（例えば、紫外線放射）の投影ビームＰＢ１１０を供給するために使用可能であり、この具体的な場合では、それは放射源ＬＡ１１２も含む。

【００３９】

個別制御可能要素のアレイ１０４（例えば、プログラマブル・ミラー・アレイ）は、投影ビーム１１０にパターンを与えるために使用可能である。一般に、個別制御可能要素の

アレイ１０４の位置は投影系１０８に対して固定式である。しかし、別法による１つの配置では、個別制御可能要素のアレイ１０４は、それを投影系１０８に対して正確に位置決めするために位置決め装置（図示せず）に連結可能である。本図に示すように、個別制御可能要素１０４は反射型である（例えば、個別制御可能要素の反射型アレイを有する）。

【００４０】

物体テーブル１０６に、基板Ｗ１１４（例えば、レジストを塗布したシリコン・ウェーハ又はガラス基板）を保持するための基板ホルダ（具体的に図示せず）を設けることが可能であり、さらに物体テーブル１０６は、基板１１４を投影系１０８に対して正確に位置決めするための位置決め装置ＰＷ１１６に連結可能である。

【００４１】

投影系（例えば、レンズ）１０８（例えば、水晶及び／若しくはフッ化カルシウム（CaF_2）レンズ系又はこのような材料から作製されたレンズ要素を含む反射屈折系、或いはミラー系）は、ビーム分割器１１８から受け取ったパターン形成されたビームを基板１１４の標的部分Ｃ１２０（例えば、１個又は複数のダイ）の上に投影するために使用可能である。投影系１０８は、個別制御可能要素のアレイ１０４の像を基板１１４の上に投影することができる。別法として、投影系１０８は２次放射源の像を投影し得るが、個別制御可能要素のアレイ１０４の要素は、その放射源ためのシャッタの役割を果たす。投影系１０８は、２次放射源を形成しかつ微小スポットを基板１１４の上に投影するための微小レンズ・アレイ（ＭＬＡ）も含むことができる。

【００４２】

放射源１１２（例えば、エキシマ・レーザ）は、放射のビーム１２２を発生し得る。このビーム１２２は、直接に又は調節装置１２６（例えば、ビーム拡大器ＥＸなど）を横切った後に、照明系（照明器）ＩＬ１２４の中に送出される。照明器１２４は、ビーム１２２中の強度分布の外半径範囲及び／又は内半径（一般にσ－アウター及びσ－インナーとそれぞれに呼ばれる）を設定するための調整装置ＡＭ１２８を含み得る。さらには、それは一般に、積分器ＩＮ１３０及び集光器ＣＯ１３２などの様々な他の構成要素を含む。このようにして、個別制御可能要素のアレイ１０４に入射するビーム１１０は、その断面に望ましい均一性及び強度分布を有する。

【００４３】

図１に関して、放射源１１２はリソグラフィー投影装置１００のハウジング内部にあり得ることに留意されたい（しばしば、放射源１１２が、例えば、水銀灯である場合に該当するように）。別法による実施例では、放射源１１２がリソグラフィー投影装置１００から遠隔に位置し得る。この場合には、（例えば、適切な誘導ミラーの補助によって）放射ビーム１２２が装置１００の中に導入される。このような後者の場合は、しばしば放射源１１２がエキシマ・レーザである場合に該当する。これらの場合の両方とも本発明の範囲内にあることが企図されているものと理解すべきである。

【００４４】

ビーム１１０は、ビーム分割器１１８を使用して誘導された後に、引き続いて個別制御可能要素のアレイ１０４と交差する。ビーム１１０は、個別制御可能要素のアレイ１０４によって反射された後に、基板１１４の標的部分１２０の上にビーム１１０を合焦する投影系１０８を通過する。

【００４５】

異なる標的部分１２０をビーム１１０の経路中に位置決めするために、位置決め装置１１６（及びビーム分割器１４０を経由して干渉ビーム１３８を受け取る、基部プレート１３６上の光学干渉測定装置ＩＦ１３４）の補助によって基板テーブル１０６を正確に移動させることができる。個別制御可能要素のアレイ１０４のための位置決め装置は、使用する場合には、例えば、走査時に、個別制御可能要素のアレイ１０４の位置をビーム１１０の経路に対して正確に補正するために使用可能である。一般に、物体テーブル１０６の移動は、図１には明示しないが、長行程モジュール（粗調整の位置決め）及び短行程モジュール（微調整の位置決め）の補助によって実現可能である。同様のシステムを使用して、

個別制御可能要素のアレイ１０４を位置決めすることもできる。別法として／追加的に、必要な相対移動が備わるように、投影ビーム１１０は移動可能であるが、他方では物体テーブル１０６及び／又は個別制御可能要素のアレイ１０４が固定位置を有し得ることも理解されよう。

【００４６】

本発明の別法による１つの構成では、基板テーブル１０６は固定式であるが、基板１１４は基板テーブル１０６上を移動することができる。これを実施する場合、基板１１４を支持することができるガス・クッションを設けるために、基板テーブル１０６には平坦な最上部表面上に数多くの穴が設けられ、これらの穴を介して気体が送出される。これは、従来から空気ベアリングと呼ばれている。基板１１４をビーム１１０の経路に対して正確に位置決めできる１つ又は複数のアクチュエータ（図示せず）を使用して、基板１１４を基板テーブル１０６上で移動させる。別法として、気体がこれらの穴を通過するのを選択的に開始させかつ遮断することによって、基板１１４を基板テーブル１０６上で移動させることもできる。

【００４７】

本明細書では、本発明によるリソグラフィー装置１００が基板上のレジストを露光するためにあるように説明されているが、本発明は、このような用途に限定されるものではなく、レジストレス・リソグラフィーで使用するために、本装置１００を使用してパターン形成した投影ビーム１１０を投影できることが理解されよう。

【００４８】

図示の装置１００は、４つの好ましい方式で使用可能である。

【００４９】

１．　工程方式。個別制御可能要素のアレイ１０４上のパターン全体が１回の試み（すなわち、単一の「閃光」）で標的部分１２０の上に投影される。次いで、異なる標的部分１２０がビーム１１０によって照射されるように、基板テーブル１０６がｘ方向及び／又はｙ方向へ異なる位置に動かされる。

【００５０】

２．　走査方式。所与の標的部分１２０が単一の「閃光」によって露光されないことを除けば、工程方式と基本的に同じである。単一の「閃光」で露光するのではなく、投影ビーム１１０に個別制御可能要素のアレイ１０４上を走査させるように、個別制御可能要素のアレイ１０４は、速度ｖで所与の方向（いわゆる「走査方向」、例えば、ｙ方向）に移動可能である。並行して、基板テーブル１０６が速度Ｖ＝Ｍｖ（前式で、Ｍは投影系１０８の倍率である）で同方向又は逆方向に同時に動かされる。このような態様で、解像度を損なう必要もなく、相対的に大きな標的部分１２０を露光することができる。

【００５１】

３．　パルス方式。個別制御可能要素のアレイ１０４を基本的に静止状態に保ち、パルス放射系１０２を使用してパターン全体が基板１１４の標的部分１２０の上に投影される。投影ビーム１１０に基板１１４を横切る線を走査させるように、基板テーブル１０６が基本的に一定の速度で動かされる。個別制御可能要素のアレイ１０４上のパターンは、必要に応じて放射系１０２のパルスの合間に更新され、これらのパルスは、基板１１４上の必要な箇所で連続的な標的部分１２０を露光するようにタイミングが計られる。したがって、投影ビーム１１０は、基板１１４の細い帯ごとにパターン全体を露光するために、基板１１４を横切って走査することができる。この過程は、線を１本ずつ露光して基板１１４全体を露光し終えるまで反復される。

【００５２】

４．　連続走査方式。実質的に一定の放射系１０２が使用され、投影ビーム１１０が基板１１４を横切って走査しかつそれを露光するときに個別制御可能要素のアレイ１０４上のパターンが更新されることを除けば、パルス方式と基本的に同じである。

【００５３】

上述の使用方式の組合せ及び／若しくはその変形、又は全く異なる使用方式も同様に用

いることができる。

【００５４】

個別制御可能要素に関する典型的な制御配置

図２は、本発明の一実施例による単一の個別制御可能要素を示す模式的な断面図である。この個別制御可能要素は、ヒンジ３回りに回動自在のミラー１を備える。この図には、ヒンジ３と、ミラー１を支持するアレイ基板６との間の機械的連結が示されていない。ミラー１の駆動は、ヒンジ３の中心を通って本図の中へと延びるヒンジ３の軸線回りの回転を誘発させることによって実現される。この駆動は、アレイ基板６に装着された制御信号受信ユニット２で受信された制御信号に応答してアクチュエータ４ａ及び４ｂの一方又は両方によって誘発可能である。アクチュエータ４ａ及び４ｂは、ミラー１に対して斥力又は引力（例えば、静電性、磁性、電磁性等）を印加することが可能であり、これらの力はアクチュエータにヒンジ３の軸線回りのトルクを印加させる。アクチュエータ４ａ及び４ｂによって印加されたトルクは、ミラー１が、アレイ基板６に対して実質的に平行に配向される中立状態に戻ろうとする復元力に対抗して作用する。本明細書を読めば当業者には明らかとなるように、ミラー１は、一般にアクチュエータ４ａ及び４ｂによって印加される力の大きさの違いによって、中立配向とは異なる角度に対応する複数の様々な状態に駆動され得る。

【００５５】

一実施例では、アクチュエータ４ａ及び４ｂが、別々に動作してミラー１に対してトルクを与える。例えば、アクチュエータ４ａは、それ自体に引力を印加して時計回りのトルクを発生させることが可能であるし、又はアクチュエータ４ｂが、同じようにして反時計回りのトルクを発生させることも可能である。これが実現可能な１つの方法は、アクチュエータ４ａ及び４ｂの静電帯電によるものである。例えば、ミラー１が電気的に導通すれば、電荷をアクチュエータ４ａに印加すると、ミラー１の左手側（図では１ａと標識されている）がアクチュエータ４ａに向かって引き付けられるように、ミラー１内部の電荷の再分布を引き起こす。対向方向におけるトルクは、同様の方式で電荷をアクチュエータ４ｂに印加することによって実現可能である。

【００５６】

別の一実施例では、ミラー１を帯電させ、かつアクチュエータ４ａ及び４ｂのそれぞれをミラー１上の電荷とは反対の極性によって帯電させることができる。これは、ミラー１と同様の複数のミラー（例えば、図３、図４、及び図８参照）が個別にアドレス指定可能であるように配置されていれば特に効果的である。

【００５７】

一般的に言えば、上述のような配置では、静電駆動が常に引力である。２枚のコンデンサ板（この場合では、電極４ａ及び４ｂ）の間の力の大きさは、V^2（但し、Ｖはこれらの板の間の電位差である）に依存すると表現可能である。磁気駆動を用いて引力と斥力の両方を印加することができる。

【００５８】

図３は、本発明の別の一実施例によるヒンジ式ミラー８、１０、及び１２の駆動を示す。アレイ基板６に対して実質的に平行である中立位置から、平行から離れてある一定の角度を成す被動位置までミラー１２を変位させるために、制御信号が制御信号受信ユニット２ａで受信される。図示の実施例では、これは、アクチュエータ４ａがミラー１２に対して斥力を印加し、及び／又はアクチュエータ４ｂがミラー１２に対して引力を印加するように配置することによって実現される。制御信号受信ユニット２ｂ及び２ｃには制御信号が印加されておらず、したがってミラー８及び１０はそれらの中立位置にあるはずである。

【００５９】

個別制御可能要素のアレイ中のミラーは非常に間隔が密接して配置されているので、アクチュエータ４ａ及び４ｂの影響が隣接するミラー８及び１０に及ぶ可能性は極めて高い。図３で分かるように、アクチュエータ４ａによって印加された斥力は、ミラー８に対し

て僅かに時計回りのトルクを発生させ、同様に、アクチュエータ４ｂによって印加された引力はミラー１０に対して僅かに時計回りのトルクを発生させる。ミラー１２とミラー８及び１０との間のクロストークの大きさは、ミラー１２に対して印加されたトルクの大きさ及び／又はミラー、ヒンジ等の物理的特徴のような要因に依存することになる。したがって、本発明の一実施例によれば、このように単純化した実施例で説明したような、クロストーク効果によって生じる画像の品質低下は、制御信号受信ユニット２ｂ及び２ｃに補正制御信号を印加することによって回避可能である。図３に示した場合では、これは、アクチュエータ６ｂ及び５ｂによって印加されている小さな引力及び／又はアクチュエータ６ａ及び５ａによって印加されている小さな斥力をもたらすことになろう。

【００６０】

図４は、本発明の一実施例によるリソグラフィー・システムの一部を示す。図示の部分では、制御システム１４が、制御ライン１８を経由して補正制御信号を個別制御可能要素８、１０、及び１２のアレイに送信する補正装置１６に結合されている。個別制御可能要素のアレイの代表的な部分２０のみが示されているが、任意の数のアクチュエータ及びミラーが使用可能であることが理解されるはずである。この実施例では、３つのミラー８、１０、及び１２に対して意図されたパターンは、アレイ基板６に対して角度を成すミラー１２並びにアレイ基板６に対して実質的に平行である隣接するミラー８及び１０を含む。制御システム１４は制御信号受信ユニット２ａのみを経由して制御信号を中央のミラー１２に送信するのではなく、この制御システム１４は、それぞれの制御信号受信ユニット２ａ、２ｂ、及び２ｃに送信された別個の制御信号から成る補正信号を送信するために補正装置１６と相互作用する。

【００６１】

一実施例では、１つの所与の個別制御可能要素に印加された補正制御信号が、単一の隣接する個別制御可能要素の駆動状態ばかりでなく、数多くの他の個別制御可能要素の駆動状態にも依存し得る。これらの他の個別制御可能要素が関係し得るのは、それらが密接しており、したがって離隔距離が増大するにつれて力が減少する駆動力が依然として関係するからであるか、又は当該の個別制御可能要素間の機械的連結部のような他の連結部が存在するからである。しかも、実施すべき補正は、周囲の個別制御可能要素の駆動状態に依存するばかりでなく、クロストーク相互作用の大きさは補正すべき個別制御可能要素の一部と隣接アクチュエータとの間の離隔距離のような幾何学的要因によってしばしば決まるので、当該の個別制御可能要素の駆動状態にも依存する。

【００６２】

個別制御可能要素の典型的な配置

図５は、本発明の一実施例による個別制御可能要素の配置の上面図を示す。本実施例では、個別制御可能要素は５×５格子であり得る。それぞれの要素２８は、回動角がアクチュエータ２６によって制御されるように、個別にヒンジ２４回りに回動自在のミラーから成る。ヒンジ２４の回動軸は、ミラー８、１０、及び１２の辺に対して対角線状に配向されている。ミラー８、１０、及び１２に対するヒンジ２４の回動軸の配向はいずれも、ミラーの辺に対して平行であることが含まれる（例えば、ミラーのこのような辺回りに又は中心線回りにヒンジ留めされる）ことを理解されたい。隣接する個別制御可能要素に対するアクチュエータ２６の影響のためにクロストークが発生する場合（アクチュエータ２６ａとミラー２８ａ、２８ｂ、及び２８ｃとの間など）、第１の近似では、考慮すべき最も重要な個別制御可能要素は最隣接要素だけである。

【００６３】

図６ａ及び図６ｂは、本発明の実施例による個別制御可能要素の配置を示す上面図である。

【００６４】

図６ａでは、位置１８にある個別制御可能要素は、周囲の個別制御可能要素２０及び２２からのクロストークによって影響を受ける。第１水準の近似は、このように個別制御可能要素１８を直接包囲する個別制御可能要素２０のみを考慮する一方で、個別制御可能要

素２２を考慮しないことによって実現可能である。第２水準の近似は、以下に論じるように、個別制御可能要素２２も考慮することができる。

【００６５】

図６ｂは、第２のより精細な近似手法が用いられる、本発明による一実施例を示す。本実施例では、この手法は、図６ａの個別制御可能要素２０よりも遠位に位置する個別制御可能要素による、個別制御可能要素１８で感知されるクロストークに対する寄与も考慮することができる。例えば、個別制御可能要素３０、３２、３４、３６、及び３８は中央の個別制御可能要素１８から次第に距離が遠ざかって位置する。この配置によれば、個別制御可能要素３０、３２、３４、３６、及び３８は、それらが個別制御可能要素１８に対して及ぼす予想される影響の大きさに従って５つの異なる集団にグループ分けされる。実際には、クロストーク補正の目的に関する各集団の重要性の程度は、アクチュエータとミラーの厳密な幾何学的配置に依存し、かつ詳細な実験又は計算が必要になる。補正は、それに応じて実施可能である。

【００６６】

図７は、本発明の一実施例による個別制御可能要素の配置を示す上面図である。個別制御可能要素間の機械的相互作用によってクロストークが発生する場合の１つの事例は、個別制御可能要素がヒンジを共有する場合である。この事例では、考慮すべき最も重要な個別制御可能要素は、補正すべき個別制御可能要素を直に包囲する要素ではない。直に包囲する要素ではなく、それは、同一ヒンジ軸に沿って位置する個別制御可能要素である可能性が大きい。図７に示した実施例では、個別制御可能要素１８、４０、及び４２がヒンジ２４を共有する。したがって、個別制御可能要素１８を補正するときに、考慮すべき最も重要な個別制御可能要素は、個別制御可能要素４２が後に連なる個別制御可能要素４０であり得る。補正は、それに応じて実施可能である。

【００６７】

典型的な補正動作

補正を実施するために、通常は、補正装置１６が個別制御可能要素アレイの個別制御可能要素間におけるクロストークの作用様態を事前に予測できることが必要である。これを実現できる１つの方法は、較正測定を実行することによるものである。例えば、名目上平坦な個別制御可能要素のアレイから始めて、既知の制御信号によって第１の個別制御可能要素を既知の状態まで駆動することができる。次いで、このような駆動が周囲の個別制御可能要素に対して引き起こす乱れを記録する。この実験は、第１の個別制御可能要素の幾つかの異なる駆動状態に関して反復可能である。このようにして、それぞれの個別制御可能要素が周囲の要素に影響を及ぼす態様に関するヒストグラム又は同様のものを作成することができる。個別制御可能要素アレイに印加すべき制御信号を調整するとき、補正は、個別制御可能要素アレイに印加すべく意図した制御信号に対して、たたみこみ型動作を適用することができる。印加すべき制御信号は、制御信号値のマトリックスから成り得る。単一の制御信号値が、個別制御可能要素アレイの個別制御可能要素に対応する各アドレスに割当て可能である。このような特定のアドレスに位置する個別制御可能要素がその隣接要素に対して及ぼす、上述の較正測定によって求めた効果を補正するために、補正装置は、それぞれの個別制御可能要素のアドレスにおいて補正関数を適用する役割を果たし得る。

【００６８】

広範な較正測定の実施に対する別法として、発生が想定される予測クロストーク効果を明示的に計算することも可能である。静電性の斥力及び引力のような物理的相互作用はよく理解されており、アクチュエータ及びミラーの導電性及び幾何学的配置などのパラメータが適切に画定されていれば、正確に計算可能である。いずれの計算法であってもその精度は、上述の較正方法と照らし合わせて試験可能である。所与の個別制御可能要素アレイのクロストーク特徴を表すデータは、これらのデータが、較正測定に由来するものであれ、明示的な計算に由来するものであれ、又はこれらの両方法の組合せに由来するものであれ、補正装置１６と連結可能なメモリ・モジュール３８（図４参照）に格納可能である。

【００６９】
個別制御可能要素に関する別の典型的な制御配置
図８は、本発明の一実施例による配置を示す。図８の実施例は、図４に示したものと同様である。図８の実施例では、制御信号は、それが制御システム８１６から伝送された後で補正される。本実施例によれば、制御システム８１６は、あたかも個別制御可能要素８０８、８１０、及び８１２がクロストークの影響を受けていないかのように動作するように設計かつ配置可能である。これは、補正部材８４０を補正装置の一部として設けることによって実現される。個別制御可能要素アレイのそれぞれの個別制御可能要素８０８、８１０、及び８１２は、それに関連する１つの補正部材８４０を有する。それぞれの補正部材８４０は、それが制御システム８１６から受け取る制御信号に対して補正を実施するように設計されている。それぞれの個別制御可能要素８０８、８１０、及び／又は８１２に対して実施すべき補正の大きさ及び方向は、周囲の個別制御可能要素８０８、８１０、及び８１２のそれぞれの駆動状態に依存する。それぞれの補正部材８４０は、それ自体の駆動状態に関する情報を個別制御可能要素の選択された集団に伝送するように配置可能である。
【００７０】
上で論じた実施例では、このように選択された集団の大きさは、どれだけの多くの他の個別制御可能要素が当該の個別制御可能要素の駆動によって重大な影響を受けるかに依存することになる。較正測定及び／又は計算（例えば、上に示した実施例の関連で説明したもの）を利用して、それぞれの補正部材８４０によって実施される補正を決定することができる。本明細書を読みかつ理解するとき当業者には明らかなように、他の較正測定及び／又は計算も実施可能であることが理解されるはずである。
【００７１】
個別制御可能要素のアレイにおけるヒステリシスに対する補正
典型的な一実施例では、必要な強度（必要な露光量のパターンを基板Ｗの上に作成するための）が、個別制御可能要素アレイのそれぞれの要素ごとに及びこのアレイを照明するレーザのそれぞれのパルスごとに計算される。これらの必要な強度のそれぞれを反射率設定点に変換し、かつアレイの物理的特性に基づいて当該要素に関する対応する駆動電圧（例えば、ミラー設定点電圧）に変換するためのハードウェアを設けることができる。このような駆動電圧のストリームは、個別制御可能要素のアレイに対する制御信号であると説明可能である。
【００７２】
上述のように、要素間のクロストークは、所与の要素の状態（又は反射率設定点）が、一般にそれ自体の駆動電圧に依存するばかりでなく、隣接要素に印加される駆動電圧にも依存し得ることを意味する。このような効果を考慮するための様々な実施例を説明してきた。
【００７３】
類似の効果が、個別制御可能要素の駆動機構におけるヒステリシスによって発生する恐れがあり、それは上述の方法及び装置の幾つかを使用して対処可能である。このような効果は、それが異なる時点に供給された駆動電圧間の事実上の干渉につながるので（但し、当然のことであるが、隣接要素に同時に送信された駆動信号間に該当し得るような直接的な相互作用、すなわち、空間クロストークに対して想定されるような寄与は、これらの電圧間には存在しない）、一種の「一時的クロストーク」であると見なすことができる。
【００７４】
ヒステリシスは要素の駆動を不可逆的なものにするが、それは、所与の駆動電圧に対して実現された反射率設定点が、先行するレーザ・パルスに対して（又は連続的な照明源が使用される場合では先行する時点において）実現された反射率設定点に、したがって、先行して印加された駆動電圧に依存し始めることを意味する。例えば、ヒステリシスを有するミラーが第１のレーザ・パルスに対して１つの方向に特定角度まで傾斜している場合に、一旦、駆動電圧が除去されても零度の傾斜には完全に復帰できず、かつ／又は次のパル

スに対して同じ特定の傾斜を実現するためには駆動電流を低下させる必要があり、及び／又は反対方向に所与の傾斜角を実現するためには通常よりも大きな駆動電圧が必要になり得る。

【００７５】

このような効果は、何らかの方法で考慮されないと、基板に描画される像の品質に対して深刻な影響を与える恐れがある。

【００７６】

ヒステリシスを補正するために、放射の投影ビームを供給する照明系と、この投影ビームにパターンを与える個別制御可能要素アレイと、露光動作時に基板を支持する基板テーブルと、パターン形成された放射ビームを基板の標的部分上に投影する投影系と、個別制御可能要素のそれぞれを所与の状態に設定するために制御信号を送出する制御システムと、個別制御可能要素アレイ中の所与の個別制御可能要素に印加すべき制御信号を、同要素に対して１回又は数回先行して印加された制御信号に基づいて調整する補正装置とを備える、リソグラフィー装置が提供可能である。

【００７７】

１つの典型的な実施として、ヒステリシス補正は、必要な強度と駆動電圧の間の変換を担うハードウェアに組込み可能である。この動作は、例えば、補正装置１６（図４参照）によって実行される動作に組込み可能である。空間クロストーク補正の関連で上に説明したように、少なくとも空間的に補正を実行するのに必要な情報を補正装置１６に提供するために、較正測定を制御条件下においてテスト・アレイに対して実行することができる。特に本明細書の関連では、較正測定は、このアレイの要素のヒステリシスを表すモデルを構築できるように設計される。このようなモデルを使用すると、少なくとも必要な反射率設定点及び限定的な幾つかの先行する駆動電圧に関する情報を入力し、かつ必要な反射率設定点を作成するために、このような情報から厳密に予測される駆動電圧を導き出すことが可能になるはずである。

【００７８】

ヒステリシス・モデルを適切に構築するのに必要な較正測定は、基準要素を第１のパルスに対する所与の反射率設定点に変位させ、次いで、同じ基準要素に入射する後続のパルスに対する様々な電圧に関して実現された設定点を測定することが伴い得る（較正の「深さ」は、どれだけ多くの後続パルスが考慮可能であるかを基準にして画定可能である）。このような実験は、基準要素の異なる初期設定点に対して反復可能である。適用すべき較正の「深さ」は、ヒステリシスの程度と補正を実施するために入手可能な情報源とに依存することになる。

【００７９】

ヒステリシスは要素ごとに異なり得るので、幾つもの様々な要素に対して較正測定を実行して、補正目的には平均値を用いることが有利であり得る。

【００８０】

要素のヒステリシスは、その駆動履歴によっても異なり得る。例えば、数多く駆動された要素は、それよりも少ない程度に駆動された要素とはかなり異なるヒステリシス挙動を有し得る。上述のような較正測定は、駆動履歴依存型ヒステリシス・モデルを測定するために様々な駆動履歴を有する要素に対して反復可能である。このようなモデルは、駆動履歴の特定の範囲に関して概ね有効な幾つかの個別ヒステリシス・モデルから成り得る。その場合に、アレイ中の要素（又は要素の小集団）の平均駆動履歴（又は経過時間）は変化するので、補正装置１６は、動作中に異なるヒステリシス・モデルを適用するように構成可能である。

【００８１】

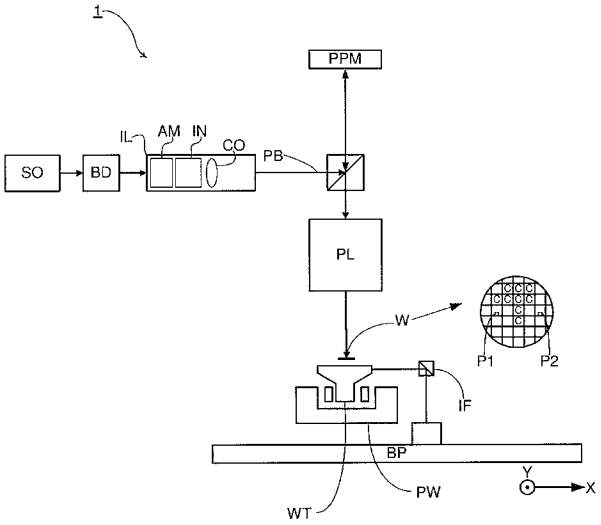
印加すべき制御信号は、制御信号値のマトリックスから成り得る。単一の制御信号値が、個別制御可能要素に対応する各アドレスに割当て可能である。補正装置１６は、先行する駆動電圧を考慮に入れ、ヒステリシス・モデルに基づいて、それぞれのアドレスに補正関数を適用する役割を果たすことができる。

【００８２】
広範な較正測定の実行に対する別法として、例えば、ヒンジの物理的構造（又はヒステリシス効果に寄与する他の構造）の情報に基づいて、予測ヒステリシス効果を明示的に計算することが可能である。
【００８３】
個別制御可能要素の所与のヒステリシス特徴を表すデータは、そのデータが、較正測定に由来するものであれ、明示的な計算に由来するものであれ、又はこれら２つのモデルの組合せに由来するものであれ、補正装置１６に連結可能なメモリ・モジュール３８（図４参照）に格納可能である。
【００８４】
ヒステリシス補正は、図８の装置によって又は類似の装置によっても実施可能である。このような配置によれば、制御システム８１６は、あたかも個別制御可能要素アレイがヒステリシスを蒙っていないかのように動作するように設計かつ配置可能である。これは、それぞれの個別制御可能要素をこれらの個別制御可能要素のアレイ内部に組込み可能な１つ又は複数の補正部材８４０に関連付けることによって可能になる。本実施例によれば、それぞれの補正部材８４０は、それが制御システム８１６から受け取る制御信号に補正を実施するように設計される。所与のパルスに対して実施すべき補正の大きさ及び方向は、この場合には、先行する１つ又は複数のパルスに関して印加された駆動電圧に依存し、随意選択的には、当該パルスと好ましくは先行する１つ又は複数のパルスの両方に関して周囲要素に印加された駆動電圧に依存することになる。それぞれの補正部材８４０には、選択された幾つかの先行パルスに関する駆動電圧を格納するメモリ・バッファを設けることが可能であり、また好ましくは、それ自体の駆動電圧及び駆動電圧履歴に関する情報を個別制御可能要素の他の選択された集団に伝送する手段を設けることが可能である。
【００８５】
ヒステリシス補正に関する上記実施例は、大半がミラー・アレイに関連して説明されているが、本発明はこのような実施に限定されるものと考えるべきではない。事実、関連する実施例は、駆動状態がその駆動履歴に何らかの様式で依存する個別制御可能要素の任意のタイプに容易に適合可能である。
【００８６】
結語
以上に本発明の様々な実施例を説明したが、それらは例示としてのみ提示されており、限定するものではないことを理解されたい。本発明の趣旨及び範囲から逸脱することなく、それらの形態及び細部に様々な変更がなされ得ることが当業者には明らかであろう。したがって、本発明の間口及び範囲は、上述の典型的な実施例のいずれによっても限定されるものではなく、添付の特許請求の範囲及びそれらの均等物のみによって画定されるべきものである。
【図面の簡単な説明】
【００８７】
【図１】本発明の一実施例によるリソグラフィー装置を示す図である。
【図２】本発明の一実施例による個別制御可能要素を示す図である。
【図３】本発明の一実施例による１つの駆動された個別制御可能要素と２つの未補正の乱された個別制御可能要素とを示す図である。
【図４】本発明の一実施例による制御システム及び補正装置を示す図である。
【図５】個別制御可能要素のアレイの一部を示す上面図であり、アクチュエータ及びヒンジ軸を示す。
【図６ａ】本発明の一実施例による個別制御可能要素のアレイの一部を示す上面図であり、第１の個別制御可能要素から様々な離隔距離にある要素の配置を示す。
【図６ｂ】本発明の一実施例による個別制御可能要素のアレイの一部を示す上面図であり、第１の個別制御可能要素から様々な離隔距離にある要素の配置を示す。
【図７】本発明の一実施例による個別制御可能要素のアレイの一部を示す上面図であり、

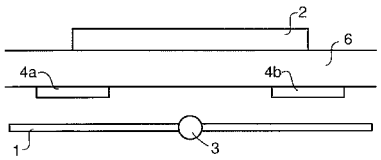
機械的クロストークの結合を示す。

【図８】本発明の一実施例による制御システムと補正部材を備える補正装置とを示す図である。

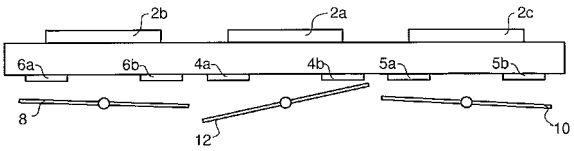
【図１】



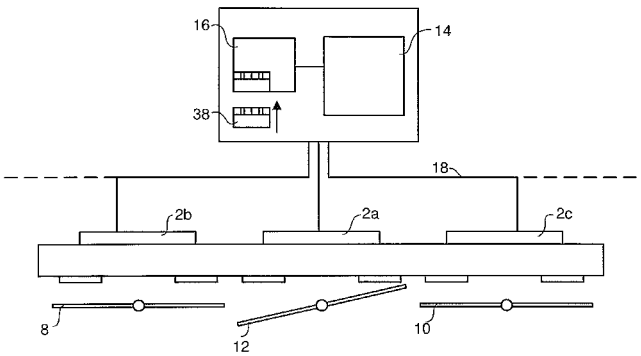
【図２】



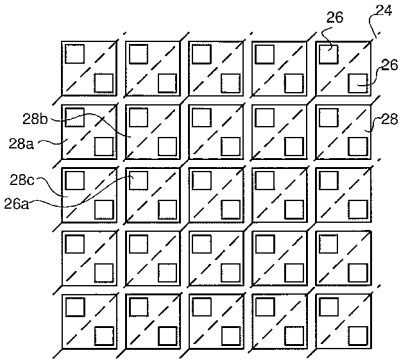
【図３】



【図４】



【図５】



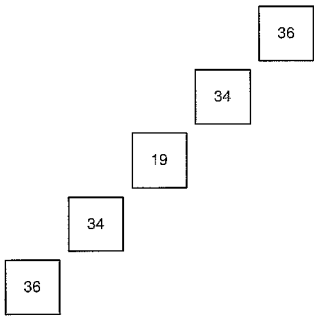
【図６ａ】

22	22	22	22	22
22	20	20	20	22
22	20	19	20	22
22	20	20	20	22
22	22	22	22	22

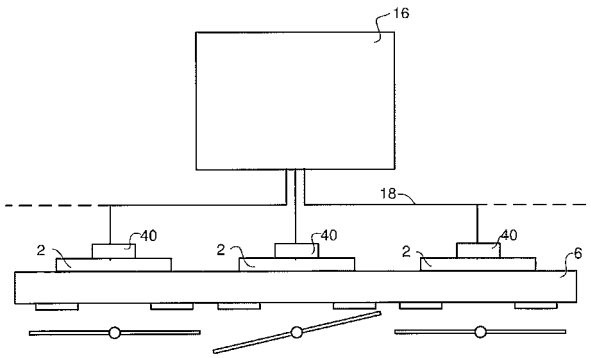
【図６ｂ】

28	30	28	30	32
30	27	24	27	30
28	24	19	24	28
30	27	24	27	30
32	30	28	30	32

【図７】



【図８】



フロントページの続き

(72)発明者　アルノ　ヤン　ブリーケル
オランダ国、ヴェシュテルホーフェン、シュテーノフェンス　６７

Ｆターム(参考) 2H041 AA05 AB14 AC06 AZ05
5F046 BA07 CB02 DA01

【外国語明細書】
2005294837000001.pdf