

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4303192号  
(P4303192)

(45) 発行日 平成21年7月29日 (2009. 7. 29)

(24) 登録日 平成21年5月1日 (2009. 5. 1)

|                                  |                       |
|----------------------------------|-----------------------|
| (51) Int. Cl.                    | F I                   |
| <b>H O 1 L 21/027 (2006. 01)</b> | H O 1 L 21/30 5 3 1 A |
| <b>G O 3 F 7/20 (2006. 01)</b>   | H O 1 L 21/30 5 1 7   |
|                                  | G O 3 F 7/20 5 0 3    |

請求項の数 16 (全 12 頁)

|              |                               |           |                         |
|--------------|-------------------------------|-----------|-------------------------|
| (21) 出願番号    | 特願2004-365802 (P2004-365802)  | (73) 特許権者 | 504151804               |
| (22) 出願日     | 平成16年12月17日 (2004. 12. 17)    |           | エーエスエムエル ネザーランズ ビー.     |
| (65) 公開番号    | 特開2005-183982 (P2005-183982A) |           | ブイ.                     |
| (43) 公開日     | 平成17年7月7日 (2005. 7. 7)        |           | オランダ国 ヴェルトホーフェン 5 5 0   |
| 審査請求日        | 平成16年12月17日 (2004. 12. 17)    |           | 4 ディー アール, デ ラン 6 5 0 1 |
| (31) 優先権主張番号 | 10/738129                     | (74) 代理人  | 100079108               |
| (32) 優先日     | 平成15年12月18日 (2003. 12. 18)    |           | 弁理士 稲葉 良幸               |
| (33) 優先権主張国  | 米国 (US)                       | (74) 代理人  | 100093861               |
|              |                               |           | 弁理士 大賀 真司               |
|              |                               | (74) 代理人  | 100109346               |
|              |                               |           | 弁理士 大貫 敏史               |
|              |                               | (72) 発明者  | アントニウス ヨハネス ジョセフス フ     |
|              |                               |           | ァン ディユッセルドンク            |
|              |                               |           | オランダ国、ハベルト、フェンブロエク      |
|              |                               |           | 2 2                     |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 リソグラフィ装置およびデバイス製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

放射線の投影ビームを提供するように構成された照明系と、  
 パターン形成構造を支持するように構成された支持構造であって、前記パターン形成構造は前記投影ビームの断面にパターンを形成するように構成されている支持構造と、  
 基板を保持するように構成された基板テーブルと、  
 前記パターンビームを前記基板のターゲット部分の上に投影するように構成された、中間焦点を有する投影系と  
 を有するリソグラフィ装置であって、  
 前記パターンビームを減衰させるように構成された少なくとも1つの放射線減衰器、  
 前記パターンビームの少なくとも一部を通過させるように構成された少なくとも1つの可変開口システム、および  
 前記パターンビームの強度を測定するように構成された少なくとも1つの放射線測定システムを前記中間焦点またはその近傍に有し、  
 前記少なくとも1つの放射線減衰器が、前記パターンビームの一部を遮るように構成された複数のブレードを備えた均一性補正装置を有し、該均一性補正装置が、基板上における前記パターンビームの強度の均一性を高めるように構成されていることを特徴とするリソグラフィ装置。

【請求項 2】

前記少なくとも1つの可変開口システムが、前記パターンビームの一部をマスクするよう

10

20

に構成された少なくとも2つのマスキング・ブレードを有している請求項1に記載のリソグラフィ装置。

【請求項3】

前記均一性補正装置が、特定位置における前記パターンビームの放射線透過率を動的に調整するように構成されている請求項1に記載のリソグラフィ装置。

【請求項4】

前記放射線測定システムが強度モニタ・センサを有する請求項1に記載のリソグラフィ装置。

【請求項5】

前記強度モニタ・センサがダイオード・センサを有する請求項4に記載のリソグラフィ装置。

10

【請求項6】

前記少なくとも1つの放射線減衰器が、前記パターンビームの強度を測定するように構成されている請求項1に記載のリソグラフィ装置。

【請求項7】

前記パターンビームの強度を決定するために、前記少なくとも1つの放射線減衰器の要素の電気的特性を測定するように構成された電気回路をさらに有している請求項6に記載のリソグラフィ装置。

【請求項8】

放射線の投影ビームが5～20nmの範囲の波長を有する請求項1に記載のリソグラフィ装置。

20

【請求項9】

リソグラフィ装置のための、中間焦点を有する投影系において、  
パターンビームを減衰させるように構成された少なくとも1つの放射線減衰器、  
パターンビームの少なくとも一部を通過させるように構成された少なくとも1つの可変開口システム、および  
パターンビームの強度を測定するように構成された少なくとも1つの放射線測定システムを前記中間焦点またはその近傍に有し、  
前記少なくとも1つの放射線減衰器が、前記パターンビームの一部を遮るように構成された複数のブレードを備えた均一性補正装置を有し、該均一性補正装置が、基板上における前記パターンビームの強度の均一性を高めるように構成されていることを特徴とする投影系。

30

【請求項10】

デバイス製造方法であって、  
投影系を用いて、放射線のパターンビームを基板のターゲット部分の上に投影するステップと、  
前記投影系の中間焦点またはその近傍で、前記パターンビームを減衰させるステップと、  
前記投影系の中間焦点またはその近傍で、前記パターンビームの少なくとも一部を通過させるステップと、  
前記投影系の中間焦点またはその近傍で、前記パターンビームの強度を測定するステップとを含み、  
前記パターンビームを減衰させるステップにおいては、前記パターンビームの一部を遮るように構成された複数のブレードにより、基板上における前記パターンビームの強度の均一性が高められる、デバイス製造方法。

40

【請求項11】

放射線の投影ビームを提供する手段と、  
前記投影ビームの断面にパターンを形成するためのパターン形成手段を支持する手段と、  
基板を保持する手段と、  
前記パターンビームを前記基板のターゲット部分の上に投影する手段であって、中間焦点を有する手段と

50

を有するリソグラフィ装置であって、  
前記パターンビームを減衰させる手段、  
前記パターンビームの少なくとも一部を通過させる手段、および  
前記パターンビームの強度を測定する手段を前記中間焦点またはその近傍に有し、  
前記減衰させる手段が、前記パターンビームの一部を遮るように構成された複数のブレードを備えた均一性を高める手段を有し、該均一性を高める手段が、基板上における前記パターンビームの強度の均一性を高めるように構成されていることを特徴とするリソグラフィ装置。

【請求項 1 2】

前記減衰させる手段が、前記パターンビームの一部をマスクするように構成された少なくとも 2 つのマスキング・ブレードを有している請求項 1 1 に記載のリソグラフィ装置。

10

【請求項 1 3】

前記均一性を高める手段は、特定位置における前記パターンビームの放射線透過率を動的に調整する請求項 1 2 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 1 4】

前記測定する手段が強度モニタ・センサを有している請求項 1 1 に記載のリソグラフィ装置。

【請求項 1 5】

前記強度モニタ・センサがダイオード・センサを有している請求項 1 4 に記載のリソグラフィ装置。

20

【請求項 1 6】

前記減衰させる手段が、前記パターンビームの強度を決定するために、前記減衰させる手段の要素の電気的特性を測定するように構成された電気回路を有している請求項 1 1 に記載のリソグラフィ装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、リソグラフィ装置およびデバイス製造方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

30

リソグラフィ装置は、基板のターゲット部分の上に所望のパターンを適用する装置である。リソグラフィ装置は、例えば集積回路（IC）の製造に用いることができる。このような場合、マスクなどのパターン形成構造（パターンニング構造）を用いて IC の個々の層に対応する回路パターンを生成することが可能であり、このパターンを、放射線感光材料（レジスト）の層を有する基板（例えばシリコン・ウェハ）上の（例えば 1 つまたは複数のダイの一部を含む）ターゲット部分に結像（イメージング）させることができる。一般に、単一の基板が、連続的に露光される隣接ターゲット部分の全ネットワークを含む。周知のリソグラフィ装置には、パターン全体を 1 回の露光でターゲット部分の上に露光することによって各ターゲット部分を照射する、いわゆるステッパと、パターンを投影ビームの下で所与の方向（「走査」方向）に走査し、それと同時にこの方向に対して平行または逆平行に基板を同期して走査することによって各ターゲット部分を照射する、いわゆるスキャナとが含まれる。

40

【0 0 0 3】

リソグラフィ装置は、放射線の投影ビームをレチクルに提供するように構成された照明系を含むことができる。レチクルは、反射タイプのものであっても透過タイプのものであってもよい。ビームは、レチクルによって反射または透過された後、レチクル上に存在していたパターンを備えるようになる。次いで、いわゆる「パターンビーム（パターンが形成されたビーム）」を、投影系によって基板のターゲット部分の上に投影する。EUV リソグラフィでは、照明系および投影系は放射線ビームを処理する光学ミラーを含む。現在の照明系では、レチクルのターゲット部分におけるビームの位置決めおよびサイズを操作するように放

50

射線ビームを減衰させるために、放射線減衰器を配置することができる。EUVリソグラフィ装置において、照明系内で放射線減衰器を配置するのに最適な場所は、反射性レチクルにきわめて近いところである。しかし、例えばレチクルのマスキング・ブレード・システムは比較的大きい場合がある。比較的大きい寸法のそうしたレチクルのマスキング・ブレードと共に使用する場合には空間が制限されるため、こうしたシステムの設計は制約される。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明の観点は、設計上の制約を少なくすることによってリソグラフィ装置の製造コストを低減することである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

したがって、本発明の1つの観点によれば、放射線の投影ビームを提供するように構成された照明系と、パターン形成構造を支持するように構成された支持体であって、パターン形成構造が投影ビームの断面にパターンを与えるように構成されている支持体と、基板を保持するように構成された基板テーブルと、パターンが形成されたビーム（パターンビーム）を基板のターゲット部分の上に投影するように構成された、中間焦点を有する投影系とを含むリソグラフィ装置であって、中間焦点またはその近くに、パターンが形成されたビームを減衰させるように構成された少なくとも1つの放射線減衰器、パターンが形成されたビームの少なくとも一部を通過させるように構成された少なくとも1つの可変開口システム、およびパターンが形成されたビームの強度を測定するように構成された少なくとも1つの放射線測定システムのうちの少なくとも1つを含むリソグラフィ装置が提供される。

【0006】

照明系内のレチクルの近くではなく、投影系の中間焦点（IF）に放射線減衰器、可変開口システムおよび／または測定システムを配置することによって、より広い空間が利用可能となって設計上の制約が少なくなり、それによって装置のコストが低減される。

【0007】

投影系のIFに強度モニタ・センサなどの放射線測定システムを配置することによって、放射線を基板の比較的近くで測定することが可能になるが、そうすると、このIFと基板の間の光学系による低下の影響だけは測定されない。中間焦点では、1つまたは複数の放射線システムを、1つまたは複数の放射線測定システムと組み合わせて構成できることに留意されたい。

【0008】

可変開口システムと放射線測定システムとの両方を投影系のIFまたはその近くに配置する場合、放射線測定システムをレチクルと可変開口システムとの間に配置することが好ましい。このようにして、可変開口システムが、パターンビームの測定に影響を及ぼさないようにする。

【0009】

可変開口システムはマスキング・ブレード・システムを含むことができ、放射線減衰器は均一性補正装置を含むことができる。均一性補正装置は、特定位置でのパターンビームの放射線透過率を動的に調整するように構成することができる。基板表面に与えられる線量の均一性は、リソグラフィ装置の結像品質の重要な決定要素である。ウェハ・レベルにおいて結像領域全体にわたって与えられるエネルギー密度にばらつきがある場合、それによってレジスト現像後の像のフィーチャ・サイズにばらつきが生じる可能性がある。マスク・レベルでの照明フィールド（スリット）を確実に均一に照明することにより、ウェハ・レベルでの均一性を高度に保証することができる。このことは、現況の技術では、例えば照明ビームを、内部でビームが複数の反射を受ける石英棒などの積算器、または多数の光源の重複像を生成するフライ・アイ・レンズを通過させることによって達成される。そ

10

20

30

40

50

れでもなお、パターンが形成されたビームの均一性に調整を要することがある。一実施例によれば、これは均一性補正装置によって実施される。

#### 【0010】

放射線測定システムは、パターンが形成されたビームの強度をモニターするために、ダイオード・センサなどの強度モニタ・センサを含むことができる。

#### 【0011】

他の実施例では、放射線減衰器自体が、投影系の中間焦点またはその近くで放射線を測定するように構成されている。このようにすると、追加の測定システムは不要になる。放射線減衰器は均一性補正装置のブレードを備えることができ、ブレードは装置内で、例えば光誘起電流を測定する電気回路に接続される。

10

#### 【0012】

他の観点によれば、上述のリソグラフィ装置のための、中間焦点を有する投影系であって、パターンが形成されたビームを減衰させるように構成された少なくとも1つの放射線減衰器、パターンが形成されたビームの少なくとも一部を通過させるように構成された少なくとも1つの可変開口システム、およびパターンが形成されたビームの強度を測定するように構成された少なくとも1つの放射線測定システムのうちの少なくとも1つを、中間焦点またはその近くに含む投影系が提供される。

#### 【0013】

本発明のさらに他の観点によれば、投影系を用いて、放射線のパターンビームを基板のターゲット部分の上に投影するステップと、投影系の中間焦点またはその近くでパターンビームを減衰させるステップと、投影系の中間焦点またはその近くで、可変開口システムによってパターンビームの少なくとも一部を通過させるステップと、投影系の中間焦点またはその近くでパターンビームの強度を測定するステップとを含むデバイス製造方法が提供される。

20

#### 【0014】

本発明はまた、上述の方法によって製造されるデバイスに関するものである。

#### 【0015】

本明細書では、リソグラフィ装置をICの製造に用いることについて特に言及しているが、本明細書に記載されるリソグラフィ装置は、一体型光学システム、磁気ドメイン・メモリ用の誘導および検出パターン、液晶ディスプレイ(LCD)、薄膜磁気ヘッドその他の製造など、他の用途も有していることを理解すべきである。こうした別の用途に関する文脈では、本明細書中の「ウェハ」または「ダイ」という用語の使用はいずれも、それぞれ「基板」または「ターゲット部分」という、より一般的な用語と同義であると考えられることが、当業者には理解されよう。さらに本明細書で言及する基板は、露光前または露光後に、例えばトラック(一般に基板にレジストを施し、露光されたレジストを現像するツール)や計測または検査ツールで処理することができる。適用可能であれば、本明細書の開示をこうしたツールや他の基板処理ツールに適用してもよい。

30

#### 【0016】

本明細書で使用する「放射線」および「ビーム」という用語は、(例えば365、248、193、157または126nmの波長を有する)紫外線(UV)放射、および(例えば5~20nmの範囲の波長を有する)極紫外線(EUV)放射を含むあらゆるタイプの電磁放射線、並びにイオン・ビームや電子ビームなどの粒子ビームを包含している。

40

#### 【0017】

本明細書で使用する「パターン形成構造」という用語は、基板のターゲット部分にパターンを作成するためなど、投影ビームの断面にパターンを与えるために用いることができる手段を指すものとして広く解釈すべきである。投影ビームに与えられるパターンは、基板のターゲット部分における所望のパターンと厳密に一致しない可能性があることに留意すべきである。一般に、投影ビームに与えられるパターンは、集積回路などターゲット部分に作成されるデバイスの特定の機能層に対応している。

#### 【0018】

50

パターン形成構造は、透過式であってもよく、あるいは反射式であってもよい。パターン形成構造の例には、マスクおよびプログラマブル・ミラー・アレイが含まれる。マスクはリソグラフィの分野では周知であり、それにはバイナリ・マスク、交互位相シフト・マスク (a l t e r n a t i n g P S M) および減衰位相シフト・マスク (a t t e n u a t e d P S M) などのマスク・タイプ、並びに様々なハイブリッド型のマスク・タイプが含まれる。プログラマブル・ミラー・アレイの一例は、小さいミラーのマトリクス状の配列を使用するものであり、入射する放射線ビームを異なる方向に反射するように、それぞれのミラーを別々に傾斜させることができる。このようにして、反射ビームにパターンが形成される。パターン形成構造の各例では、支持構造を、例えばフレームまたはテーブルとすることが可能であり、これらは必要に応じて固定することも移動させることもでき、またパターン形成構造が、例えば投影系に対して所望される位置にあることを保証することができる。本明細書中の「レチクル」または「マスク」という用語の使用はいずれも、「パターン形成構造」というより一般的な用語と同義であると考えられる。

10

**【0019】**

本明細書で使用する「投影系」という用語は、屈折光学系、反射光学系および反射屈折光学系を含む様々なタイプの投影系を包含するものとして広く解釈すべきであり、これらの光学系は、例えば使用する露光放射線に関連して、あるいは浸漬液の使用や真空の使用など他の要因に関連して適切に選択される。本明細書中の「レンズ」という用語の使用はいずれも、「投影系」というより一般的な用語と同義であると考えられる。

**【0020】**

20

照明系も、放射線の照明ビームの方向付け、成形または制御のため、屈折式、反射式および反射屈折式の光学要素を含む様々なタイプの光学要素を包含することができ、こうした構成要素も以下では一括して、または単独で「レンズ」と呼ぶことがある。

**【0021】**

リソグラフィ装置は、2 (デュアル・ステージ) または3以上の基板テーブル (および/または2以上のマスク・テーブル) を有するタイプのものとしてもよい。こうした「マルチ・ステージ」装置では、追加のテーブルを並行して用いてもよく、あるいは1つまたは複数のテーブル上で予備ステップを実施し、それと同時に1つまたは複数の他のテーブルを露光に用いてもよい。

**【0022】**

30

リソグラフィ装置は、投影系の最後の要素と基板との間の空間を満たすように、例えば水など比較的高い屈折率を有する液体に基板を浸すタイプのものであってもよい。UV投影系の開口数および/または「焦点深度」を高めるための浸漬技術は、当技術分野では周知である。

**【0023】**

次に本発明の実施例を、添付の概略図を参照して例示のみの目的で説明する。図中、同じ参照記号は同じ部品を指すことに留意されたい。

**【実施例】****【0024】**

40

図1は、本発明によるリソグラフィ装置1を概略的に示している。この装置は、放射線の投影ビーム (例えばUV放射またはEUV放射) PBを提供するように構成された照明系 (照明器) ILを含んでいる。

**【0025】**

第1の支持構造 (例えばマスク・テーブル) MTは、パターン形成構造 (例えばマスク) MAを支持するように構成され、投影系 (レンズ) PLに対してパターン形成構造を正確に位置決めする第1の位置決め装置PMに接続されている。基板テーブル (例えばウェハ・テーブル) WTは、基板 (例えばレジスト塗布ウェハ) Wを保持するように構成され、投影系PLに対して基板を正確に位置決めする第2の位置決め装置PWに接続されている。

**【0026】**

50

投影系（例えば反射投影レンズ）P Lは、パターン形成構造M Aによって投影ビームP Bに与えられたパターンを、基板Wの（例えば1つまたは複数のダイを含む）ターゲット部分Cに結像させるように構成されている。

#### 【0027】

本明細書で図示する装置は、（例えば反射性マスク、または先に言及したタイプのプログラマブル・ミラー・アレイを用いた）反射タイプのものである。あるいは、装置は（例えば透過性マスクを使用する）透過タイプのものであってもよい。

#### 【0028】

照明器I Lは放射線源S Oから放射線ビームを受け取る。例えば放射線源がレーザー源である場合、放射線源とリソグラフィ装置とを別々の構成要素とすることができる。そうした場合には、放射線源がリソグラフィ装置の一部を形成するとは考えられず、放射線ビームは一般に、ビーム引渡しシステムの助けにより放射線源S Oから照明器I Lへ伝えられる。他の場合、例えば放射線源が水銀ランプまたはプラズマ源である場合には、放射線源を装置の一部としてもよい。

#### 【0029】

照明器I Lは、ビームの角強度分布を調整するように構成された調整装置を有していてもよい。一般に、照明器の瞳面内における強度分布の、少なくとも外側および／または内側の半径方向範囲（それぞれ一般に $\sigma$ -アウト（ $\sigma$ -outer）、 $\sigma$ -インナ（ $\sigma$ -inner）と呼ばれる）を調整することができる。照明器は、投影ビームP Bと呼ばれる調節された放射線ビームを提供し、このビームはその断面に所望の均一性および強度分布を有している。

#### 【0030】

投影ビームP Bは、マスク・テーブルM T上に保持されているマスクM Aに入射する。マスクM Aによって反射された投影ビームP Bは、ビームを基板Wのターゲット部分Cの上に集束させるレンズP Lを通過する。第2の位置決め装置P Wおよび位置センサI F 2（例えば干渉測定装置）を用いて、基板テーブルW Tを、例えば異なるターゲット部分CをビームP Bの経路内に位置決めするように、正確に移動させることができる。同様に、第1の位置決め装置P Mおよび位置センサI F 1を用いて、例えばマスク・ライブラリから機械的に取り出した後、あるいは走査中に、マスクM AをビームP Bの経路に対して正確に位置決めすることができる。一般に、オブジェクト・テーブルM TおよびW Tの移動は、位置決め装置P MおよびP Wの一部を形成する長ストローク・モジュール（粗い位置決め）および短ストローク・モジュール（細かい位置決め）を用いて実現される。しかし（スキャナではなく）ステッパの場合には、マスク・テーブルM Tを短ストローク・アクチュエータに接続するだけでもよいし、あるいは固定してもよい。マスクM Aおよび基板Wは、マスク・アライメント・マークM 1、M 2、および基板アライメント・マークP 1、P 2を用いて位置を調整することができる。

#### 【0031】

図示した装置は、以下の好ましいモードで使用することができる。

（1）ステップ・モードでは、マスク・テーブルM Tおよび基板テーブルW Tを本質的に静止した状態に保ち、それと同時に投影ビームに与えられたパターン全体をターゲット部分Cの上に1回で投影する（すなわち、ただ1回の静止露光）。次いで、異なるターゲット部分Cを露光できるように、基板テーブルW TをXおよび／またはY方向に移動させる。ステップ・モードでは、露光フィールドの最大サイズによって1回の静止露光で結像されるターゲット部分Cのサイズが制限される。

（2）走査モードでは、マスク・テーブルM Tおよび基板テーブルW Tを同期して走査し、それと同時に、投影ビームに与えられたパターンをターゲット部分Cの上に投影する（すなわち、ただ1回の動的露光）。マスク・テーブルM Tに対する基板テーブルW Tの速度および方向は、投影系P Lの拡大（縮小）率、および像の反転特性によって決まる。走査モードでは、露光フィールドの最大サイズによって1回の動的露光におけるターゲット部分の（非走査方向の）幅が制限され、走査移動の長さによってターゲット部分の（走

査方向の) 高さが決定される。

(3) 他のモードでは、プログラム可能なパターン形成構造を保持しながらマスク・テーブルMTを本質的に静止した状態に保ち、投影ビームに与えられたパターンをターゲット部分Cの上に投影するとともに、基板テーブルWTを移動または走査する。このモードでは、一般にパルス式の放射線源が使用され、基板テーブルWTが移動するたびに、または走査中の連続する放射線パルスの合間に、プログラム可能なパターン形成構造が必要に応じて更新される。この動作モードは、先に言及したタイプのプログラマブル・ミラー・アレイなど、プログラム可能なパターン形成構造を利用するマスクレス・リソグラフィに簡単に適用することができる。

#### 【0032】

上述の使用モードの組み合わせおよび／または変形形態を採用してもよく、あるいは全く異なる使用モードを採用することもできる。

#### 【0033】

図2は、放射線ユニット3、照明系ILおよび投影系PLを含むリソグラフィ装置1を示している。放射線ユニット3および照明系ILを、放射線システム2と呼ぶ。放射線ユニット3は放電プラズマによって形成することができる放射線源SOを備えている。放射線ユニット3からの放射線は、中間焦点21の位置に仮想(virtual)の放射線源を作り出す。放射線システム2は、中間焦点21が照明系IL内の開口に配置されるように構成される。投影ビームPBは、照明系IL内で反射要素13、反射要素14を介して、レチクルまたはマスク・テーブルMT上に配置されたレチクルまたはマスク(図示せず)に反射される。パターンビーム17が形成され、これは投影系PL内で反射要素18、19を介して中間焦点23を通り、次いで反射要素12、11を介してウェハ・ステージまたは基板テーブルWT上に結像される。一般に放射線ユニット3、照明系ILおよび投影系PLには、示したものより多数の要素が存在していてもよい。

#### 【0034】

リソグラフィ装置1は、実質的に投影系PLの中間焦点23に配置された放射線減衰器25を含む。図2では、放射線減衰器25は、中間焦点23またはその近傍に位置している。投影系PLは複数の中間焦点を有することが可能であり、放射線減衰器25は代替的に投影系PLの他の中間焦点に位置していてもよいことを理解すべきである。放射線減衰器25は、パターンが形成されたビーム17を減衰させるように構成される。減衰は、例えば放射線の吸収または方向変換によって実施することができる。パターンビーム17を減衰させることにより、基板W上でのパターンビーム17の強度および分布を制御することが可能になる。減衰はビームの0パーセントから100パーセントまで変化させることができる。100パーセントの減衰の場合、ビームは完全に遮られる。

#### 【0035】

可変開口システム30が中間焦点23またはその近傍に位置していてもよい。システム30はマスクング・ブレードを含む。図3は、パターンが形成されたビーム17の一部をマスクするように構成された2つのマスクング・ブレード31、32を含む、マスクング・ブレード・システムの一実施例を示している。パターンが形成されたビーム17の一部をマスクすることにより、基板Wではダイの露光領域36のみが照明される。露光領域36を調整するために、マスクング・ブレード31、32をX方向に移動させることができる。図3に示すように、レチクル38が照明された場合、パターンが形成されたビーム17はそれぞれ直線41、42の間のパターン情報を含むようになる。実際には、バナナのような形をしたパターンビーム17は、直線41、42を超えている。これは、フィールド外の領域51、52も放射線を受けることを意味している。本発明の一実施例によれば、フィールド外の領域51および／または52が、パターンビーム17の強度を測定する強度モニタ・センサ61を配置するために使用される。強度モニタ・センサ61は、例えばダイオード・センサとすることができる。強度モニタ・センサ61をフィールド外の領域51または52に配置することにより、基板W上でのパターンビーム17の強度に影響を及ぼすことなく、パターンビーム17の強度を測定することが可能になる。強度モニタ

10

20

30

40

50



・センサ61を、レチクルと可変開口システムの間、図3に示したX方向およびY方向に垂直なZ方向に配置することもできる。このようにすると、可変開口システム25がパターンビームの測定に影響を及ぼさず、有利である。上述の実施例では、Y方向に露光領域36を制限するためにマスキング・ブレードを追加することに留意すべきである。例えば、X方向とY方向のマスキング・ブレードを物理的に分け、Y方向のブレードが照明系内のレチクルの近くに、X方向のブレードが投影系の中間焦点にあるようにすると有利になる可能性がある。

#### 【0036】

放射線減衰器は、中間焦点23またはその近傍に配置された均一性補正装置を含むことができる。均一性補正装置は、パターンが形成されたビームの強度の均一性を補正するように構成される。図4は、パターンビーム17の一部を遮るためのブレード70を含む、均一性補正装置68の一実施例を示している。中間焦点23におけるバナナ状のパターンが形成されたビーム17の外形(c o n t o u r)72を図4に示す。均一性補正装置68のブレード70は、特定位置でのパターンビームの透過率を動的に変化させるように、駆動ユニット(図示せず)によって動的に調整することができる。駆動ユニットは、ブレード70を図3に示したY方向に移動させるように構成される。何らかの理由により、あるX位置での強度が高くなった場合、そのX位置に位置する特定のブレード70をさらに右へ、すなわちY方向に移動させる。このようにして、基板に到達するパターンビーム17の強度の均一性が補正される。

#### 【0037】

放射線減衰器自体を、パターンビームの強度を測定するように構成してもよい。図5は、ある要素、例えば均一性補正装置のブレード70の抵抗を測定するように構成された電気回路の一実施例を示している。この要素は、パターンビーム17が放射線減衰器に入射すると、要素の電気的特性、すなわち抵抗が変化するように構成される。例えば要素の抵抗を測定することにより、パターンビーム17の強度が間接的に測定される。図5には、流速計93および電圧源94が示してある。当業者には理解されるように、他の電気的構成も可能である。放射線減衰器25が薄層やワイヤなど複数の要素を備えている場合、それぞれの要素の電気的特性を測定してもよい。このようにして、放射線ビームの空間的な強度分布を決定することが可能になる。

#### 【0038】

ここまで本発明の特定の実施例について説明してきたが、本発明は記載したものとは別の方法で実施することが可能であることが理解されよう。上記説明は本発明を限定するものではない。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0039】

【図1】本発明によるリソグラフィ装置を示す図である。

【図2】本発明によるリソグラフィ投影装置のEUV照明系および投影光学系の側面図である。

【図3】マスキング・ブレード・システム、並びに露光領域およびレチクルの概略図である。

【図4】中間焦点で投影ビームの一部を遮る均一性補正システムの上面図である。

【図5】放射線減衰器の要素のインピーダンスを測定するように構成された回路を示す図である。

#### 【符号の説明】

#### 【0040】

C ターゲット部分

I F 1、I F 2 位置センサ

I L 照明系、照明器

M A パターン形成構造、マスク

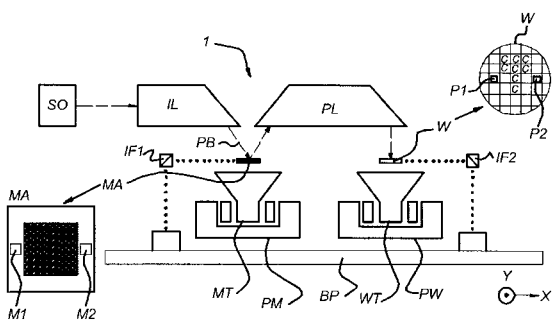
M T 支持構造、オブジェクト・テーブル、マスク・テーブル

- M1、M2 マスク・アライメント・マーク  
 PB 投影ビーム  
 PL 投影系、レンズ  
 PM、PW 位置決め装置  
 P1、P2 基板アライメント・マーク  
 SO 放射線源  
 W 基板  
 WT 基板テーブル、オブジェクト・テーブル  
 1 リソグラフィ装置  
 2 放射線システム  
 3 放射線ユニット  
 11、12、13、14、18、19 反射要素  
 17 パターンビーム  
 21、23 中間焦点  
 25 放射線減衰器  
 31、32 マスキング・ブレード  
 36 露光領域  
 38 レチクル  
 51、52 フィールド外の領域  
 61 強度モニタ・センサ  
 68 均一性補正装置  
 70 ブレード  
 93 流速計  
 94 電圧源

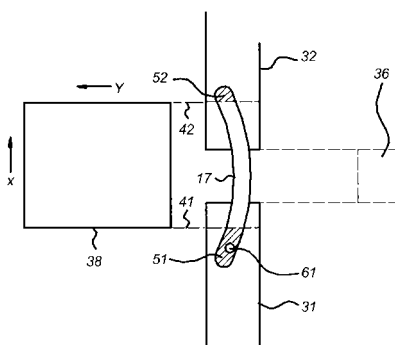
10

20

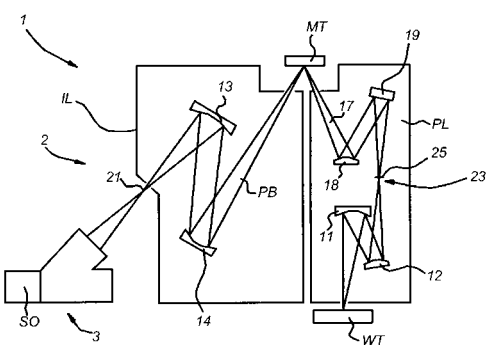
【図 1】



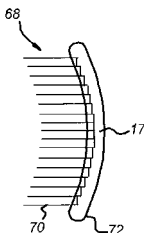
【図 3】



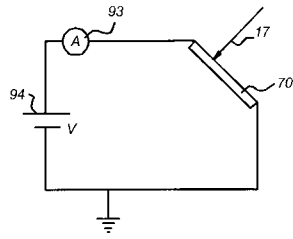
【図 2】



【図 4】



【図 5】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 マルセル マシユス テオドア マリー ディーリヒス  
オランダ国、フェンロ、チリュルギユンシュトラート 1  
(72)発明者 ハルム ヤン フォールマ  
オランダ国、ツァルトボムメル、フィッセリユ 44

審査官 秋田 将行

- (56)参考文献 特開昭61-069132 (JP, A)  
特開平04-048714 (JP, A)  
特開平07-005365 (JP, A)  
特開平10-104513 (JP, A)  
特開平10-340854 (JP, A)  
特表平11-503529 (JP, A)  
特開2000-003858 (JP, A)  
特開2000-098228 (JP, A)  
特開2000-098230 (JP, A)  
特開2002-015993 (JP, A)  
特開2002-175980 (JP, A)  
特開2003-178969 (JP, A)  
特開2003-318107 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01L 21/027  
G03F 7/20