

(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2006-128366  
(P2006-128366A)

(43) 公開日 平成18年5月18日(2006.5.18)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H01L 21/027 (2006.01)</b>	H01L 21/30 531A	5F046
<b>G03F 7/20 (2006.01)</b>	G03F 7/20 521	
	H01L 21/30 515D	
	H01L 21/30 517	
	H01L 21/30 518	

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2004-313846 (P2004-313846)  
(22) 出願日 平成16年10月28日 (2004.10.28)

(71) 出願人 000004112  
株式会社ニコン  
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号  
(74) 代理人 100095256  
弁理士 山口 孝雄  
(72) 発明者 小松田 秀基  
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株  
式会社ニコン内  
Fターム(参考) 5F046 BA05 CB05 GA06 GB00 GC03

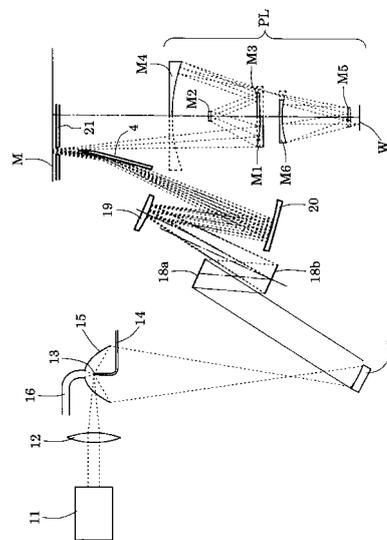
(54) 【発明の名称】 露光装置、露光方法、およびデバイスの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 たとえば露光光としてEUV光を用い且つ反射型のマスクを用いているにもかかわらず、比較的簡素な構成にしたがって感光性基板上における露光量の調整を良好に行うことのできる走査型の露光装置。

【解決手段】 所定のパターンが設けられたマスク (M) を照明するための照明系と、マスクのパターン像を感光性基板 (W) 上に形成するための投影光学系 (PL) とを備え、投影光学系に対してマスクおよび感光性基板を所定方向に沿って相対移動させてマスクのパターンを感光性基板上へ投影露光する露光装置。照明系は、パルス発光型の光源 (11) と、マスクに近接した位置に配置されてマスク上における照明領域を規定するための視野絞り (21) と、視野絞りを通過する光束の一部を遮るための遮光部材とを有する。

【選択図】 図2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

所定のパターンが設けられたマスクを照明するための照明系と、前記マスクのパターン像を感光性基板上に形成するための投影光学系とを備え、前記投影光学系に対して前記マスクおよび前記感光性基板を所定方向に沿って相対移動させて前記マスクのパターンを前記感光性基板上へ投影露光する露光装置において、

前記照明系は、パルス発光型の光源と、前記マスクに近接した位置、あるいは前記マスクと光学的に共役な位置またはその近傍の位置に配置されて前記マスク上における照明領域を規定するための視野絞りと、該視野絞りを通過した光束または前記視野絞りを通過する光束の一部を遮るための遮光部材とを有することを特徴とする露光装置。

10

## 【請求項 2】

前記視野絞りは、前記マスクに近接して配置され、

前記遮光部材は、前記視野絞りを通過する光束の一部を遮るように前記視野絞りの直前に配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の露光装置。

## 【請求項 3】

前記遮光部材は、前記マスクの移動する走査方向に沿った幅寸法が前記走査方向と直交する方向に沿って変化するように配置されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の露光装置。

## 【請求項 4】

前記遮光部材は、前記照明領域の短手方向に沿ったほぼ中央位置に対応して配置されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の露光装置。

20

## 【請求項 5】

前記マスクを照明する照明光の開口数を  $NA_i$  とし、前記照明領域の短手方向の寸法を  $W_i$  とし、前記マスクと前記視野絞りとの距離を  $D_f$  とし、前記マスクと前記遮光部材との距離を  $D_s$  とするとき、

$$D_f < D_s \quad W_i / (2 \times NA_i)$$

の条件を満足することを特徴とする請求項 2 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の露光装置。

## 【請求項 6】

前記遮光部材は、形状の異なる別の遮光部材と交換可能に構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか 1 項に記載の露光装置。

30

## 【請求項 7】

前記遮光部材は、前記照明領域の長手方向に対応して移動可能に構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の露光装置。

## 【請求項 8】

前記遮光部材は、相対的に移動可能な第 1 遮光部材と第 2 遮光部材とを有することを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の露光装置。

## 【請求項 9】

前記光源と前記感光性基板との間の光学系は反射光学系を構成していることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の露光装置。

## 【請求項 10】

所定のパターンが設けられたマスクをパルス発光型の光源からの光により照明し、投影光学系に対して前記マスクおよび感光性基板を所定方向に沿って相対移動させて前記マスクのパターンを前記感光性基板上へ投影露光する露光方法において、

前記マスクに近接した位置、あるいは前記マスクと光学的に共役な位置またはその近傍の位置に配置されて前記マスク上における照明領域を規定するための視野絞りを通過した光束または前記視野絞りを通過する光束の一部を遮光部材により遮ることを特徴とする露光方法。

40

## 【請求項 11】

前記マスクに近接して前記視野絞りを配置し、

前記視野絞りを通過する光束の一部を遮るように前記視野絞りの直前に前記遮光部材を

50

配置することを特徴とする請求項 10 に記載の露光方法。

【請求項 12】

前記照明領域の短手方向に沿ったほぼ中央位置に対応して前記遮光部材を配置することを特徴とする請求項 10 または 11 に記載の露光方法。

【請求項 13】

前記マスクを照明する照明光の開口数を  $NA_i$  とし、前記照明領域の短手方向の寸法を  $W_i$  とし、前記マスクと前記視野絞りとの距離を  $D_f$  とし、前記マスクと前記遮光部材との距離を  $D_s$  とするとき、

$$D_f < D_s \quad W_i / (2 \times NA_i)$$

の条件を満足することを特徴とする請求項 11 または 12 に記載の露光方法。

10

【請求項 14】

請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の露光装置または請求項 10 乃至 13 のいずれか 1 項に記載の露光方法を用いて前記マスクのパターンを前記感光性基板へ露光する露光工程と、

前記露光工程を介して露光された前記感光性基板を現像する現像工程とを含むことを特徴とするデバイスの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、露光装置、露光方法、およびデバイスの製造方法に関する。さらに詳細には、本発明は、半導体素子、撮像素子、液晶表示素子、薄膜磁気ヘッド等のマイクロデバイスをリソグラフィ工程で製造するために使用される走査型の露光装置における露光量の調整に関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

従来、半導体素子などの製造に使用される露光装置では、マスク（レチクル）上に形成された回路パターンを、投影光学系を介して感光性基板（たとえばウェハ）上に投影転写する。感光性基板にはレジストが塗布されており、投影光学系を介した投影露光によりレジストが感光し、マスクパターンに対応したレジストパターンが得られる。ここで、露光装置の解像力  $W$  は、露光光の波長  $\lambda$  と投影光学系の開口数  $NA$  とに依存し、次の式（a）

30

$$W = k \cdot \lambda / NA \quad (k: \text{定数}) \quad (a)$$

【0003】

したがって、露光装置の解像力を向上させるためには、露光光の波長  $\lambda$  を短くするとともに、投影光学系の開口数  $NA$  を大きくすることが必要になる。一般に、投影光学系の開口数  $NA$  を所定値以上に大きくすることは光学設計の観点から困難であるため、露光光の短波長化が必要になる。そこで、半導体パターンニングの次世代の露光方法（露光装置）として、EUVL（Extreme UltraViolet Lithography：極紫外リソグラフィ）の手法が注目されている。

【0004】

EUVL 露光装置では、波長が 248 nm の KrF エキシマレーザ光や波長が 193 nm の ArF エキシマレーザ光を用いる従来の露光方法と比較して、5 ~ 20 nm 程度の波長を有する EUV（Extreme UltraViolet：極紫外線）光を用いる。露光光として EUV 光を用いる場合、使用可能な光透過性の光学材料が存在しなくなる。このため、EUVL 露光装置では、必然的に、反射型のマスクを用いるとともに、反射型の投影光学系を用いることになる。

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところで、走査型（スキャン型）の露光装置では、所定のパターンが設けられたマスク

50

上においてスリット状（細長い矩形状、円弧状など）の領域を照明し、投影光学系に対してマスクおよび感光性基板を所定方向（走査方向）に相対移動させつつ、マスクのパターンを感光性基板上へ走査露光（スキャン露光）する。ここで、静止状態における感光性基板上のスリット状の露光領域すなわち静止露光領域における照度分布はほぼ均一であり、マスク上のスリット状の照明領域および感光性基板上のスリット状の静止露光領域の走査方向に沿った幅寸法は走査方向と直交する走査直交方向に沿って一定である。

【0006】

従来、透過型のマスクを用いる走査型の露光装置、たとえば露光光としてKrFエキシマレーザ光やArFエキシマレーザ光を用いる走査型の露光装置では、静止露光領域における照度分布が走査直交方向に沿って実質的に不均一になった場合、マスク（ひいては感光性基板）と光学的に共役な位置からある程度デフォーカスした位置に配置された視野絞りのスリット状の開口部（光透過部）の走査方向に沿った幅寸法を走査直交方向に沿って変化させることにより、感光性基板上における露光量の調整を行っていた。

10

【0007】

しかしながら、EUVL露光装置では、視野絞りのスリット状の開口部の幅寸法を変化させて露光量の調整を行う方法を適用することが困難である。以下、この点について簡単に説明する。EUV光を供給する光源は一般にパルス発光型の光源であるため、（静止露光領域幅）/（スキャン速度）が光源の発光間隔の整数倍にならない。ここで、静止露光領域幅はスリット状の静止露光領域の走査方向に沿った幅寸法であり、スキャン速度は走査露光に際して感光性基板が走査方向に移動する速度である。

20

【0008】

透過型のマスクを用いる走査型の露光装置では、マスクと視野絞りとの間に十分な間隔が確保されているので、上述したようにマスクと共役な位置からある程度デフォーカスした位置に視野絞りを配置し、この視野絞りのデフォーカス効果により、（静止露光領域幅）/（スキャン速度）が厳密に発光間隔の整数倍にならなくても、感光性基板上においてほぼ均一な露光量分布が得られる。換言すれば、視野絞りのデフォーカス効果により、静止露光領域幅についてある程度の許容範囲が得られ、ひいては視野絞りの開口部の幅寸法についてもある程度の許容範囲が得られるため、視野絞りのスリット状の開口部の幅寸法を変化させて露光量の調整を行う方法が可能になる。

30

【0009】

これに対し、反射型のマスクを用いるEUVL露光装置では、反射型マスクに対して斜めから照明光束が入射するため、マスクに極力近接した位置に視野絞りを配置しなければ、マスクから反射された結像光線が視野絞りにより遮られ、感光性基板上における結像に悪影響が出てしまう。すなわち、EUVL露光装置では、視野絞りのデフォーカス効果を得ることができないため、（静止露光領域幅）/（スキャン速度）がほぼ厳密に発光間隔の整数倍になる必要があり、視野絞りのスリット状の開口部の幅寸法を変化させて露光量の調整を行う方法を適用することが困難になる。

【0010】

本発明は、前述の課題に鑑みてなされたものであり、たとえば露光光としてEUV光を用い且つ反射型のマスクを用いているにもかかわらず、比較的簡素な構成にしたがって感光性基板上における露光量の調整を良好に行うことのできる走査型の露光装置および露光方法を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

【0011】

前記課題を解決するために、本発明の第1形態では、所定のパターンが設けられたマスクを照明するための照明系と、前記マスクのパターン像を感光性基板上に形成するための投影光学系とを備え、前記投影光学系に対して前記マスクおよび前記感光性基板を所定方向に沿って相対移動させて前記マスクのパターンを前記感光性基板上へ投影露光する露光装置において、

前記照明系は、パルス発光型の光源と、前記マスクに近接した位置、あるいは前記マス

50

クと光学的に共役な位置またはその近傍の位置に配置されて前記マスク上における照明領域を規定するための視野絞りと、該視野絞りを通じた光束または前記視野絞りを通ずる光束の一部を遮るための遮光部材とを有することを特徴とする露光装置を提供する。

【0012】

本発明の第2形態では、所定のパターンが設けられたマスクをパルス発光型の光源からの光により照明し、投影光学系に対して前記マスクおよび感光性基板を所定方向に沿って相対移動させて前記マスクのパターンを前記感光性基板上へ投影露光する露光方法において、

前記マスクに近接した位置、あるいは前記マスクと光学的に共役な位置またはその近傍の位置に配置されて前記マスク上における照明領域を規定するための視野絞りを通じた光束または前記視野絞りを通ずる光束の一部を遮光部材により遮ることを特徴とする露光方法を提供する。

10

【0013】

本発明の第3形態では、第1形態の露光装置または第2形態の露光方法を用いて前記マスクのパターンを前記感光性基板へ露光する露光工程と、

前記露光工程を介して露光された前記感光性基板を現像する現像工程とを含むことを特徴とするデバイスの製造方法を提供する。

【発明の効果】

【0014】

本発明では、たとえば円弧状の静止露光領域における照度分布が走査直交方向に沿って実質的に不均一になった場合、この不均一な照度分布に応じた形状を有する遮光部材を視野絞りの直前に配置し、感光性基板上の円弧状の静止露光領域に形成される遮光部材のデフォーカス状態の影の作用により、感光性基板上のショット領域における露光量の調整を行うことができる。すなわち、本発明の露光装置および露光方法では、露光光としてEUV光を用い且つ反射型のマスクを用いているにもかかわらず、比較的簡素な構成にしたがって感光性基板における露光量の調整を良好に行うことができ、ひいては良好な走査露光に基づいて良好なデバイスを製造することができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

本発明の実施形態を、添付図面に基づいて説明する。図1は、本発明の実施形態にかかる露光装置の全体構成を概略的に示す図である。また、図2は、図1の光源および照明光学系および投影光学系の内部構成を概略的に示す図である。図1において、投影光学系の光軸方向すなわち感光性基板であるウェハの法線方向に沿ってZ軸を、ウェハ面内において図1の紙面に平行な方向にY軸を、ウェハ面内において図1の紙面に垂直な方向にX軸をそれぞれ設定している。

30

【0016】

図1を参照すると、本実施形態の露光装置は、露光光を供給するための光源として、たとえばレーザプラズマ光源1を備えている。光源1から射出された光は、波長選択フィルタ(不図示)を介して、照明光学系2に入射する。ここで、波長選択フィルタは、光源1が供給する光から、所定波長(たとえば13.4nmまたは11.5nm)のEUV光だけを選択的に透過させ、他の波長光の透過を遮る特性を有する。波長選択フィルタを透過したEUV光3は、照明光学系2および光路偏向鏡としての平面反射鏡4を介して、転写すべきパターンが形成された反射型のマスク(レチクル)Mを照明する。

40

【0017】

マスクMは、そのパターン面がXY平面に沿って延びるように、Y方向に沿って移動可能なマスクステージ5によって保持されている。そして、マスクステージ5の移動は、レーザ干渉計6により計測されるように構成されている。照明されたマスクMのパターンからの光は、反射型の投影光学系PLを介して、感光性基板であるウェハW上にマスクパターンの像を形成する。すなわち、ウェハW上には、後述するように、たとえばY軸に関して対称な円弧状の静止露光領域(実効露光領域)が形成される。

50

## 【0018】

ウェハWは、その露光面がXY平面に沿って延びるように、X方向およびY方向に沿って二次元的に移動可能なウェハステージ7によって保持されている。なお、ウェハステージ7の移動は、マスクステージ5と同様に、レーザ干渉計8により計測されるように構成されている。こうして、マスクステージ5およびウェハステージ7をY方向に沿って移動させながら、すなわち投影光学系PLに対してマスクMおよびウェハWをY方向に沿って相対移動させながら走査露光（スキャン露光）を行うことにより、ウェハWの1つの矩形形状のショット領域にマスクMのパターンが転写される。

## 【0019】

このとき、投影光学系PLの投影倍率（転写倍率）が例えば1/4である場合、ウェハステージ7の移動速度をマスクステージ5の移動速度の1/4に設定して同期走査を行う。また、ウェハステージ7をX方向およびY方向に沿って二次元的に移動させながら走査露光を繰り返すことにより、ウェハWの各ショット領域にマスクMのパターンが逐次転写される。

10

## 【0020】

図2を参照すると、レーザプラズマ光源1では、レーザ光源11から発した光（非EUV光）が集光レンズ12を介して気体ターゲット13上に集光する。ここで、たとえばキセノン（Xe）からなる高圧ガスがノズル14より供給され、ノズル14から噴射されたガスが気体ターゲット13を形成する。気体ターゲット13は、集光されたレーザ光によりエネルギーを得てプラズマ化し、EUV光を発する。なお、気体ターゲット13は、楕円反射鏡15の第1焦点に位置決めされている。したがって、レーザプラズマ光源1から放射されたEUV光は、楕円反射鏡15の第2焦点に集光する。一方、発光を終えたガスはダクト16を介して吸引されて外部へ導かれる。

20

## 【0021】

楕円反射鏡15の第2焦点に集光したEUV光は、凹面反射鏡17を介してほぼ平行光束となり、一对のフライアイミラー18aおよび18bからなるオプティカルインテグレート18に導かれる。フライアイミラー18a, 18bは、たとえば円弧状の外形を有する多数の凹面鏡要素を縦横に且つ稠密に配列することによりそれぞれ構成されている。一对のフライアイミラー18aおよび18bとして、たとえば特開平11-312638号公報において本出願人が開示したフライアイミラーを用いることができる。なお、フライアイミラーのさらに詳細な構成および作用については、同公報における関連の記載を参照することができる。

30

## 【0022】

こうして、第2フライアイミラー18bの反射面の近傍、すなわちオプティカルインテグレート18（18a, 18b）の射出面の近傍には、所定の形状を有する実質的な面光源が形成される。ここで、実質的な面光源は、照明光学系2の射出瞳位置またはその近傍、すなわち投影光学系PLの入射瞳と光学的に共役な面またはその近傍に形成される。実質的な面光源からの光は、凸面反射鏡19と凹面反射鏡20とにより構成されたコンデンサー光学系（19, 20）を介して、照明光学系2から射出される。

## 【0023】

照明光学系2から射出された光は、平面反射鏡4により偏向された後、マスクMにほぼ平行に且つ近接して配置された視野絞り21の円弧状の開口部（光透過部）を介して、マスクM上に円弧状の照明領域を形成する。このように、光源1（11～16）、照明光学系2（17～20）、平面反射鏡4および視野絞り21は、所定のパターンが設けられたマスクMをケラー照明するための照明系を構成している。

40

## 【0024】

照明されたマスクMのパターンからの光は、投影光学系PLを介して、ウェハW上の円弧状の静止露光領域にマスクパターンの像を形成する。投影光学系PLは、マスクMのパターンの中間像を形成するための第1反射結像光学系と、マスクパターンの中間像の像（マスクMのパターンの二次像）をウェハW上に形成するための第2反射結像光学系とによ

50

り構成されている。第1反射結像光学系は4つの反射鏡M1～M4により構成され、第2反射結像光学系は2つの反射鏡M5およびM6により構成されている。また、投影光学系PLはウェハ側（像側）にテレセントリックな光学系である。

#### 【0025】

図3は、本実施形態における1回の走査露光を概略的に説明する図である。図3を参照すると、1回の走査露光（スキャン露光）によりウェハWの矩形状の1つのショット領域SRにマスクMのパターンを転写する際に、Y軸に関して対称な円弧状の静止露光領域（実効露光領域）ERは、図中実線で示す走査開始位置から図中破線で示す走査終了位置まで移動することになる。ここで、感光性基板であるウェハW上の円弧状の静止露光領域ERの走査方向（スキャン方向：Y方向）に沿った幅寸法Weは走査直交方向（X方向）に沿って一定である。

10

#### 【0026】

したがって、ウェハW上の円弧状の静止露光領域ERに対応して、図4(a)に示すようにマスクM上の円弧状の照明領域（静止照明領域）IRの走査方向に沿った幅寸法Wiも走査直交方向に沿って一定であり、図4(b)に示すように視野絞り21の円弧状の開口部21aの走査方向に沿った幅寸法Ws（=Wi）も走査直交方向に沿って一定である。また、ウェハWの走査方向の移動速度Vwに対する静止露光領域ERの走査方向に沿った幅寸法Weの比We/Vwは、光源1の発光間隔のほぼ整数倍に設定されている。

#### 【0027】

前述したように、透過型のマスクを用いる走査型の露光装置では、たとえば円弧状の静止露光領域における照度分布が走査直交方向に沿って実質的に不均一になった場合、この不均一な照度分布に応じて、マスク（ひいては感光性基板）と共役な位置からある程度デフォーカスした位置に配置された視野絞りの円弧状の開口部の走査方向に沿った幅寸法を走査直交方向に沿って変化させることにより、感光性基板上における露光量の調整を行っていた。

20

#### 【0028】

具体的には、図5に示すように、円弧状の静止露光領域ERにおける照度分布が図中右側において最も小さく図中左側に向かって照度が単調に増加しているような場合、図中右側において走査方向（図中鉛直方向）に沿った幅寸法が最も大きく図中左側に向かって幅寸法が単調に減少するような変形円弧状の静止露光領域ERが感光性基板上に形成されるように、視野絞りの開口部の走査方向に沿った幅寸法を走査直交方向に沿って適宜変化させることにより、視野絞りの開口部も変形円弧状の静止露光領域ERに対応するような変形円弧状に設定していた。

30

#### 【0029】

しかしながら、前述したように、反射型のマスクMを用いるEUVL露光装置では、反射型マスクMに対して斜めから照明光束が入射する。このため、図2に示すようにマスクMに極力近接した位置に視野絞り21を配置しなければ、マスクMから反射された結像光線が視野絞り21により遮られ、ウェハW上における結像に悪影響が出てしまう。すなわち、EUVL露光装置では、視野絞り21のデフォーカス効果を得ることができないため、視野絞り21の円弧状の開口部21aの幅寸法を変化させて露光量の調整を行うことが

40

#### 【0030】

そこで、本実施形態では、図6(a)に示すように、視野絞り21を通過する光束の一部を遮るための遮光部材22（図1では図面の明瞭化のために図示を省略）を視野絞り21の直前に配置している。さらに詳細には、視野絞り21はウェハWと光学的に共役な位置（すなわちマスクMのパターン面の位置）に極近接して配置されているが、遮光部材22はウェハWの共役位置からある程度デフォーカスした位置に配置されている。なお、遮光部材22は、たとえば加工性に優れ且つEUV光の照射を受けたときに真空中に有害ガスを実質的に発生させないような適当な金属材料などにより形成されている。

#### 【0031】

50

また、遮光部材 22 は、図 6 ( b ) に示すように、ウェハ W 上の円弧状の静止露光領域 ( すなわち視野絞り 21 の円弧状の開口部 21 a のほぼ鮮明なフォーカス像に対応 ) E R において、走査方向 ( 図中鉛直方向 ) に沿った幅寸法が走査直交方向 ( 図中水平方向 ) に沿って変化するようなデフォーカス状態の影 22 a を形成するように構成されている。換言すれば、遮光部材 22 は、その遮光幅が視野絞り 21 の円弧状の開口部 21 a の長手方向に沿って変化するような形状を有する。

#### 【 0032 】

こうして、本実施形態の露光装置では、たとえば円弧状の静止露光領域 E R における照度分布が走査直交方向に沿って実質的に不均一になった場合、この不均一な照度分布に応じた形状を有する遮光部材 22 を視野絞り 21 の直前に配置し、ウェハ W 上の円弧状の静止露光領域 E R に形成される遮光部材 22 のデフォーカス影 22 a の作用により、透過型マスクを用いる走査型の露光装置において視野絞りの開口部を変形円弧状に設定すると同様に、ウェハ W 上のショット領域 S R における露光量の調整を行うことができる。すなわち、本実施形態の露光装置では、露光光として E U V 光を用い且つ反射型のマスク M を用いているにもかかわらず、比較的簡素な構成にしたがってウェハ W における露光量の調整を良好に行うことができる。

10

#### 【 0033 】

なお、上述の実施形態では、ウェハ W 上の円弧状の静止露光領域 E R に形成される遮光部材 22 のデフォーカス影 22 a が走査方向に沿ったほぼ中央において走査直交方向に細長く延びること、すなわち遮光部材 22 がマスク M に形成される円弧状の照明領域の短手方向に沿ったほぼ中央位置に対応して配置されていることが好ましい。この構成により、マスク M に入射する照明光が様々な入射角度を有するにもかかわらず、遮光部材 22 に起因する結像性能の低下を良好に抑えることができる。

20

#### 【 0034 】

また、上述の実施形態では、マスク M と遮光部材 22 との距離  $D_s$  ( 図 6 ( a ) を参照 ) が、次の条件式 ( 1 ) を満足することが好ましい。条件式 ( 1 ) において、 $N A_i$  はマスク M を照明する照明光の開口数であり、 $W_i$  は上述したようにマスク M 上に形成される円弧状の照明領域 I R の短手方向の寸法 ( 幅寸法 ) であり、 $D_f$  ( 図 6 ( a ) を参照 ) はマスク M と視野絞り 21 との距離である。

$$D_f < D_s \quad W_i / ( 2 \times N A_i ) \quad ( 1 )$$

30

#### 【 0035 】

条件式 ( 1 ) の上限値を上回ると、マスク M と遮光部材 22 との距離  $D_s$  が大きくなりすぎて、遮光部材 22 に起因して結像性能が低下し易くなるので好ましくない。なお、上述したように、遮光部材 22 は視野絞り 21 の直前において、ウェハ W の共役位置 ( すなわちマスク M のパターン面の位置 ) からある程度デフォーカスした位置に配置される必要があるので、本発明において条件式 ( 1 ) の下限値を下回ることはない。

#### 【 0036 】

ところで、上述の実施形態では、たとえば所定形状の遮光部材 22 を形状の異なる別の遮光部材と交換することにより、ウェハ W 上の円弧状の静止露光領域 E R 内に形成される遮光部材のデフォーカス影の形状を変化させて、静止露光領域 E R における様々な照度分布に対応してウェハ W における露光量を調整することができる。また、遮光部材 22 を円弧状の照明領域 I R の長手方向 ( 走査直交方向 ) に対応して円弧状の軌道に沿って移動させることにより、ウェハ W 上の円弧状の静止露光領域 E R 内に形成される遮光部材 22 のデフォーカス影 22 a の形状を変化させて、静止露光領域 E R における様々な照度分布に対応してウェハ W における露光量を調整することができる。

40

#### 【 0037 】

また、相対的に移動可能な第 1 遮光部材と第 2 遮光部材とからなる遮光部材を用いて、静止露光領域 E R における様々な照度分布に対応してウェハ W における露光量を調整することもできる。具体的には、ウェハ W 上の円弧状の静止露光領域 E R 内に形成される第 1 遮光部材のデフォーカス影と第 2 遮光部材のデフォーカス影とを部分的に重ね合わせたり

50

、部分的な重ね合わせ状態を維持しつつ相対的に位置ずれさせたりすることにより露光量を調整することができる。

【0038】

あるいは、たとえば所定の関数にしたがって遮光幅が変化するような形状をそれぞれ有し且つ間隔を隔てた第1遮光部材と第2遮光部材とを円弧状の照明領域IRの長手方向(走査直交方向)に対応して円弧状の軌道に沿って相対移動させることにより、露光量を調整することができる。このとき、たとえば遮光幅が $(n+1)$ 次のべき級数にしたがって変化している第1遮光部材と第2遮光部材とを相対移動させることにより、静止露光領域ERにおける照度分布の $n$ 次成分を制御することができる。

【0039】

なお、上述の実施形態では、反射型のマスクMを用いるEUVL露光装置に対して本発明を適用しているが、これに限定されることなく、パルス発光型の光源および反射型のマスクを用いる他の適当な走査型の露光装置に対しても同様に本発明を適用したり、パルス発光型の光源および透過型のマスクを用いる適当な走査型の露光装置に対しても本発明を適用したりすることができる。ただし、透過型のマスクを用いる場合、マスクと光学的に共役な位置またはその近傍の位置に視野絞りを配置し、視野絞りを通過した光束または視野絞りを通過する光束の一部を遮るための遮光部材をマスクの共役位置からある程度デフォーカスさせて位置決めすることになる。

【0040】

上述の実施形態にかかる露光装置では、照明系によってマスクを照明し(照明工程)、投影光学系を用いてマスクに形成された転写用のパターンを感光性基板に露光する(露光工程)ことにより、マイクロデバイス(半導体素子、撮像素子、液晶表示素子、薄膜磁気ヘッド等)を製造することができる。以下、本実施形態の露光装置を用いて感光性基板としてのウェハ等に所定の回路パターンを形成することによって、マイクロデバイスとしての半導体デバイスを得る際の手法の一例につき図7のフローチャートを参照して説明する。

【0041】

まず、図7のステップ301において、1ロットのウェハ上に金属膜が蒸着される。次のステップ302において、その1ロットのウェハ上の金属膜上にフォトレジストが塗布される。その後、ステップ303において、本実施形態の露光装置を用いて、マスク(レチクル)上のパターンの像がその投影光学系を介して、その1ロットのウェハ上の各ショット領域に順次露光転写される。

【0042】

その後、ステップ304において、その1ロットのウェハ上のフォトレジストの現像が行われた後、ステップ305において、その1ロットのウェハ上でレジストパターンをマスクとしてエッチングを行うことによって、マスク上のパターンに対応する回路パターンが、各ウェハ上の各ショット領域に形成される。その後、更に上のレイヤの回路パターンの形成等を行うことによって、半導体素子等のデバイスが製造される。上述の半導体デバイス製造方法によれば、極めて微細な回路パターンを有する半導体デバイスをスループット良く得ることができる。

【0043】

なお、上述の実施形態にかかるEUVL露光装置では、EUV光を供給するための光源としてレーザプラズマ光源を用いている。しかしながら、これに限定されることなく、EUV光を供給する他の適当な光源、たとえばシンクロトロン放射(SOR)光源などを用いることもできる。

【図面の簡単な説明】

【0044】

【図1】本発明の実施形態にかかる露光装置の構成を概略的に示す図である。

【図2】図1の光源および照明光学系および投影光学系の内部構成を概略的に示す図である。

10

20

30

40

50

【図3】本実施形態における1回の走査露光を概略的に説明する図である

【図4】マスク上の円弧状の照明領域および視野絞りの円弧状の開口部の形状を概略的に示す図である。

【図5】透過型のマスクを用いる走査型の露光装置における露光量の調整方法の一例を概略的に説明する図である。

【図6】本実施形態における特徴的な要部構成を概略的に示す図である。

【図7】マイクロデバイスとしての半導体デバイスを得る際の手法の一例について、そのフローチャートを示す図である。

【符号の説明】

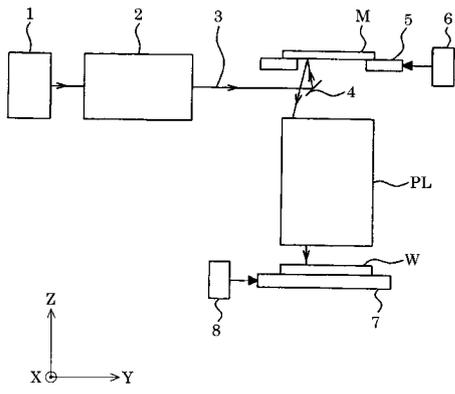
【0045】

10

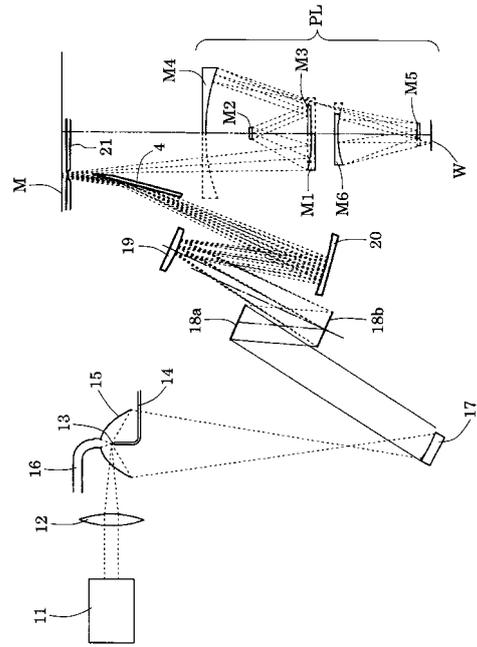
- 1 レーザプラズマ光源
- 2 照明光学系
- 5 マスクステージ
- 7 ウェハステージ
- 11 レーザ光源
- 13 気体ターゲット
- 14 ノズル
- 15 楕円反射鏡
- 18 a, 18 b フライアイミラー
- 21 視野絞り
- 21 a 開口部
- 22 遮光部材
- 22 a デフォーカス影
- M マスク
- PL 投影光学系
- W ウェハ
- ER 静止露光領域

20

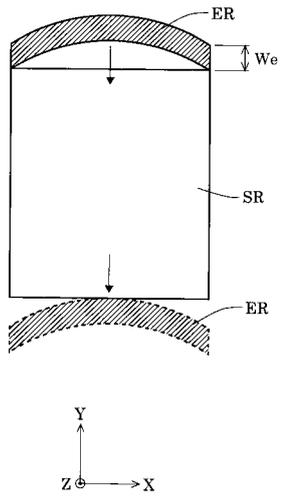
【 図 1 】



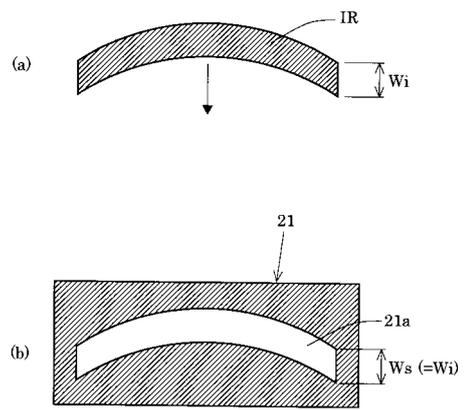
【 図 2 】



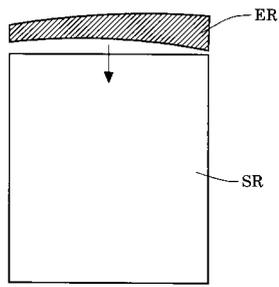
【 図 3 】



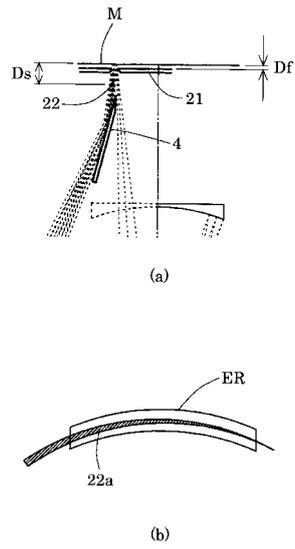
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】

