

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3571945号

(P3571945)

(45) 発行日 平成16年9月29日(2004.9.29)

(24) 登録日 平成16年7月2日(2004.7.2)

(51) Int. Cl.⁷H01L 21/027
G03F 7/20

F I

H01L 21/30 515D
G03F 7/20 521

請求項の数 6 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願平10-363794	(73) 特許権者	000001007 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(22) 出願日	平成10年12月7日(1998.12.7)	(74) 代理人	100086818 弁理士 高梨 幸雄
(65) 公開番号	特開2000-173916(P2000-173916A)	(72) 発明者	森 堅一郎 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
(43) 公開日	平成12年6月23日(2000.6.23)	審査官	佐藤 秀樹
審査請求日	平成13年6月6日(2001.6.6)	(56) 参考文献	特開昭63-187229(JP, A) 特開平08-031730(JP, A) 特開平05-259035(JP, A) 特開昭57-094482(JP, A) 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 照明装置及びそれを用いた投影露光装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光源から放射された光束から複数の集光点より成る集光点群を形成する集光点群形成手段と、該集光点群を所望の形状にするための開口絞りと、該集光点群からの光束を集めて被照射面を照明する為の光学系とを有する照明装置において、

前記開口絞りの前記被照射面側の開口の面積は、前記集光点群形成手段側の開口の面積よりも小さく、

該被照射面側の開口は、前記集光点群と同一平面、又はその近傍の平面にあることを特徴とする照明装置。

【請求項2】

前記開口絞りは、該開口の面積が前記集光点群形成手段側から前記被照射面側にかけて連続的に小さくなっていることを特徴とする請求項1の照明装置。

【請求項3】

前記集光点に集光する光線と光軸とのなす最大角度を θ_1 、前記開口絞りの該光軸を含む断面のうち該開口を制限する内壁と該光軸とのなす角を θ_2 としたとき、

$\theta_1 < \theta_2$ を満足することを特徴とする請求項2の照明装置。

【請求項4】

請求項1から3のいずれか1項の照明装置で前記被照射面上に載置したレチクルを照明し、該レチクル面のパターンを投影光学系で感光基板に投影することを特徴とする投影露光

装置。

【請求項 5】

第 1 可動ステージに載置した第 1 物体面上のパターンを照明装置からのスリット光束で照明し、該第 1 物体面上のパターンを投影光学系により第 2 可動ステージに載置した第 2 物体面上に、スリットの短手方向に走査手段により該第 1, 第 2 可動ステージを該投影光学系の投影倍率に対応させた速度比で同期させて、走査投影露光する投影露光装置において

前記照明装置は、光源からの光束より複数の集光点より成る集光点群を形成する集光点群形成手段と、該集光点群を所望の形状にするための開口絞りと、該集光点からの光束を該第 1 物体面上に導光する光学系とを有し、

10

前記集光点群形成手段は、走査方向と、それに直交する方向とで焦点距離が異なっており、

前記開口絞りの前記第 1 物体側の開口の面積は、前記集光点群形成手段側の開口の面積よりも小さく、

該第 1 物体側の開口は、前記走査方向に直交する方向の集光位置近傍にあることを特徴とする投影露光装置。

【請求項 6】

請求項 4 又は 5 の投影露光装置を用いてレチクル面上のパターンをウエハ面上に露光した後、該ウエハを現像処理してデバイスを製造する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】

20

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は照明装置及びそれを用いた投影露光装置に関し、特に第 1 物体面上のパターンを第 2 物体面上にステップアンドリピート方式、又はステップアンドスキャン方式を利用して投影露光し、IC, LSI, CCD, 液晶パネル等のサブミクロン、又はクォーターミクロン以下の高集積度のデバイス(半導体素子)を製造する際に好適なものである。

【0002】

【従来の技術】

半導体素子の製造用の投影露光装置では、照明系(照明光学系)からの光束で電子回路パターンを形成したレチクルを照射し、該パターンをウエハ面上に露光する。この際、高解像力化を図る為の一要件としてウエハ面上を均一に照射することがある。

30

【0003】

この種の投影露光装置で用いられる照明系では、照射面を均一に照射する為の種々の方法が知られている。例えば、一般にステッパーと呼ばれる投影露光装置では、複数の微小レンズを所定のピッチで配列した集光点群形成手段(オプティカルインテグレータ)を有した照明系を用いて、被照射面を均一に照射している。

【0004】

照明系に、このようなオプティカルインテグレータを用いることにより、微小レンズの個数に相当するだけの複数の集光点(2次光源)を形成でき、該集光点(2次光源)からの光束で被照射面を複数の方向から重畳して、照度分布の均一化を図っている。

40

【0005】

光源からの光束を集光し多数の集光点群(2次光源像)を形成して、該集光点群を用いて被照明物体を照明する照明装置において、被照明物体(被照射面)を最適に照明する為に集光点群の形状を変更するという手法が用いられている。所望の集光点群の形状を形成する為に集光点群の位置に開口絞りを配置し、集光点群の位置で光束を遮蔽し、集光点群の形状を変更する手段が用いられている。集光点群はオプティカルインテグレータの射出面近傍の集光点位置に形成される為、レーザー等の強力な光源を使用する場合に、集光点群は非常に強い光エネルギーを持ち、集光点群の位置に開口絞りの遮光板を配置すると、その光エネルギーにより開口絞りの遮光板に穴があく等の劣化が発生するという問題や、開口絞りの遮光板から剥離した金属が光学部品に付着して照度が下がる等の問題があった。

50

その為に、従来より開口絞りの位置に局所的にエネルギーが集中するのを防ぐ為に、わざと集光点群の位置から光軸方向にずらした所に開口絞りを配置して前記の問題を解決する方法等がとられてきた。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

開口絞りを集光点群の位置から光軸方向にずらす方式は、確かに開口絞りの劣化等の問題は解決される。しかしながら集光点群の位置と開口絞りの位置が一致していない為に、遮蔽すべき集光点を完全に遮蔽することが難しい。又、絞りの位置精度が悪く遮蔽が不完全な場合、完全に遮蔽されていない集光点の照射強度が角度分布を持ち、被照明物体の位置で照度ムラが発生するという問題があった。

10

【0007】

本発明は、開口絞りの劣化等の問題を起こさず、しかも、遮蔽すべき集光点を完全に遮蔽し、被照射面を均一に照明することができ、レチクル面上の各種のパターンをウエハ面上に高い解像力で投影できる照明装置及びそれを用いた投影露光装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明の照明装置は、

(1-1) 光源から放射された光束から複数の集光点より成る集光点群を形成する集光点群形成手段と、該集光点群を所望の形状にするための開口絞りと、該集光点群からの光束を集めて被照射面を照明する為の光学系とを有する照明装置において、

20

前記開口絞りの前記被照射面側の開口の面積は、前記集光点群形成手段側の開口の面積よりも小さく、

該被照射面側の開口は、前記集光点群と同一平面、又はその近傍の平面にあることを特徴としている。

【0009】

特に、

(1-1-1) 前記開口絞りは、開口の面積が前記集光点群形成手段側から前記被照射面側にかけて連続的に小さくなっていること。

(1-1-2) 前記集光点に集光する光線と光軸とのなす最大角度を、前記開口絞りの光軸を含む断面のうち該開口を制限する内壁と光軸とのなす角をとしたとき、

30

を満足すること等を特徴としている。

【0010】

本発明の投影露光装置は、

(2-1) 構成(1-1)の照明装置で前記被照射面上に載置したレチクルを照明し、該レチクル面のパターンを投影光学系で感光基板に投影することを特徴としている。

【0011】

本発明の投影露光装置は、

(3-1) 第1可動ステージに載置した第1物体面上のパターンを照明装置からのスリット光束で照明し、該第1物体面上のパターンを投影光学系により第2可動ステージに載置した第2物体面上に、スリットの短手方向に走査手段により該第1、第2可動ステージを該投影光学系の投影倍率に対応させた速度比で同期させて、走査投影露光する投影露光装置において、前記照明装置は、光源からの光束より複数の集光点より成る集光点群を形成する集光点群形成手段と、該集光点群を所望の形状にするための開口絞りと、該集光点からの光束を該第1物体面上に導光する光学系とを有し、前記集光点群形成手段は、走査方向と、それに直交する方向とで焦点距離が異なっており、前記開口絞りの前記第1物体側の開口の面積は、前記集光点群形成手段側の開口の面積よりも小さく、該第1物体側の開口は、前記走査方向に直交する方向の集光位置近傍にあることを特徴としている。

40

【0012】

50

本発明のデバイスの製造方法は、

(4-1)構成(2-1)又は(3-1)の投影露光装置を用いてレチクル面上のパターンをウエハ面上に投影露光した後、該ウエハを現像処理することを特徴としている。

【0014】

【発明の実施の形態】

図1は本発明の実施形態1の要部概略図である。図2は図1の一部分の拡大説明図である。本実施形態はサブミクロンやクォーターミクロン以下のリソグラフィー用のステップアンドリピート方式、又は、ステップアンドスキャン方式の投影露光装置に適用した場合を示している。

【0015】

1はエキシマレーザー等の強力なレーザー光を放射する光源(光源手段)であり、この光源1から射出された光束はコールドミラーM1で反射し、ビーム整形光学系2により適切な形状に整形され、ミラーM2で反射して集光点群形成手段としてのオプティカルインテグレート(ハエノ目レンズ)3の入射面3aに入射している。オプティカルインテグレート3は、複数の微小レンズを2次的に所定のピッチで配列して構成している。そして、オプティカルインテグレート3の射出面3b近傍に集光点群3cを形成している。4は開口絞り(絞り)であり、オプティカルインテグレート3の射出面3b近傍に形成した集光点群3cの位置近傍に配置されている。開口絞り4は動かす、もしくは開口絞りを変更することにより、集光点群の開口を変更している。

【0016】

又、絞り4は照明条件に応じて絞り交換機構(アクチュエータ)によって種々の開口形状を有した絞り(絞り)が光路中に位置するように切り替え可能となっている。絞り4としては、例えば通常の円形開口の絞りや、後述する投影レンズ7の瞳面8上の光強度分布を変化させる変形絞りである、図6(A)に示す輪帯照明用絞りや、図6(B)に示す4重極照明用絞り、そして小値照明用絞り等の1つから成っている。

【0017】

5は集光点群3cからの光束を集光し、ミラーM3を介し、レチクル(被照射面)6を均一に照明する為の光学系である。6はレチクル(第1物体)であり、第1ステージ6aに載置している。7は投影光学系(投影レンズ)であり、レチクル6面上の回路パターンをウエハステージ(第2ステージ)9aに載置したウエハ(基板)9面上にステップアンド

【0018】

尚、走査型投影露光装置のときは、レチクル6はスリット形状の光束で照明し、スリットの短手方向(走査方向)に第1,第2ステージを周期して移動させている。

【0019】

本実施形態では図2に示すように、開口絞り4の開口を定める先端部4aが集光点群3cと同一平面、又は、その近傍にあり、遮光する部分4bが集光点群3cと集光点群形成手段3との間にあるような開口絞りを用いて、集光点の遮蔽精度を落とさずに、開口絞りの劣化等の問題を防いでいる。

【0020】

図2は図1のオプティカルインテグレート(ハエノ目レンズ)3と絞り4との関係を示している。

【0021】

ハエノ目レンズ3によって形成される集光点群3cの位置近傍に、ハエノ目レンズ3から集光点3cへの光束のうち、光線と光軸3dとのなす最大角を θ として、 $(90 - \theta)$ °以下の角度 $(90 - \theta)$ °を持つ先端4aを持った所定の厚さを有した開口絞り4を、先端4aの位置が集光点群3cの位置近傍にあるように配置する。即ち、開口絞り4の断面における内壁4cと光軸3d(中心光軸3e)とのなす角を θ とするとき、

10

20

30

40

50

となるようにしている。

【0022】

同図では、開口絞り4のレンズ系5の光軸5eに垂直方向の開口面積はハエノ目レンズ3側で大きく、被照射面6側で小さくなっている。同図では、連続的に小さくなっている。

【0023】

本実施形態では、例えば可動式の開口絞りの場合、開口絞り4を絞る方向(図1では、下方向)に動かすことにより、図4に示すように先端4aが集光点3cを横切ると同時に集光点3cよりも手前の位置4bで光線を遮り、又、開口絞り4を開く方向(図1では、上方向)に動かすことにより、先端が集光点を遮らなくなると同時に、その集光点に到達する光線を完全に通す。集光点3cを遮蔽する際に実際に遮蔽している位置は、開口絞り4の位置4bとなり、集光点3cの位置と異なる光束径が大きい位置にある。この為、開口絞り4が遮る光束のエネルギーは集光点3cの位置で遮光するときのように、ある一点に集中するのではなく、ある範囲に分散されている。これによって、開口絞り4の劣化等の問題を抑制でき、しかも、必ず遮蔽すべき集光点3cを遮蔽しているため、絞りの位置精度が悪くても、遮蔽の不完全な集光点に起因する照度ムラの発生をなくすことができ製造上有利となっている。

10

【0024】

図3は本発明の実施形態2のオプティカルインテグレータ3と開口絞り4との関係を示す説明図である。本実施形態の開口絞り4は、図2の開口絞りに比べて厚みを持たず板より成り、その形状を平面ではなく、先端4aが集光点3cに位置し、集光点3cよりも手前の位置4bで光束を遮光するように立体的にすることによって、実施形態1と同様の効果を得ている。

20

【0025】

集光点群3c以降の位置における開口絞り4の形状は、形成すべき集光点の光を遮らない限り任意である。又、集光点群3cの形成される部分とそれを遮光する開口絞り4以外の構成要素は任意であり、光学装置一般において使用可能である。

【0026】

半導体素子等の製造装置に用いられる投影露光装置の照明装置において使われる前述した変形照明の場合についても同様の開口絞りが使用でき、その場合は鋭い先端部が集光点群と略同一平面近傍に来るように配置すれば良い。

30

【0027】

図5は例えば、図6(A)で示す開口絞り51を用いて輪帯照明する場合の開口絞り5の断面形状の説明図である。図5において、絞り51の先端51aが集光点群、又はその近傍に位置し、位置51bで光束を遮光するようにしている。この他、図6(B)の4重極絞りをを用いた場合も同様な断面形状とすれば良い。

【0028】

投影露光装置において、被照射面上のパターンとパターンが投影される基板が同期して動く、スキャン型の投影露光装置においては、スリット形状の開口の短手方向となるスキャン方向(走査方向)に生じる照度ムラは露光中に平均化される。この為、走査型の投影露光装置では、スリット方向(長手方向)の照度ムラを無くす必要がある。スキャン型の投影露光装置用の照明装置で、スキャン方向とスリット方向とで焦点距離の異なるオプティカルインテグレータを用いた照明装置の場合、以上の理由から絞りの開口を決める開口部がスリット方向に集光した位置近傍にあり、遮光部がスキャン方向とスリット方向(走査方向と直交する方向)のどちらの集光位置とも異なる位置になるように実施形態1、又は2と同様に開口絞りの断面形状及びその位置を設定すれば良い。これによれば開口絞りの劣化等の問題を抑制でき、しかも位置精度が悪くてもスリット方向に遮蔽が不完全である為に発生する照度ムラを無くすことができ製造上有利である。

40

【0029】

次に上記説明した投影露光装置を利用した半導体デバイスの製造方法の実施例を説明する。

50

【0030】

図7は本発明のデバイス（ICやLSI等の半導体チップ、或は液晶パネルやCCD等）の製造方法のフローチャートである。

【0031】

本実施例においてステップ1（回路設計）では半導体デバイスの回路設計を行う。ステップ2（マスク製作）では設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。

【0032】

一方、ステップ3（ウエハ製造）ではシリコン等の材料を用いてウエハを製造する。ステップ4（ウエハプロセス）は前行程と呼ばれ、前記用意したマスクとウエハを用いてリソグラフィ技術によってウエハ上に実際の回路を形成する。

10

【0033】

次のステップ5（組立）は後行程と呼ばれ、ステップ4によって作製されたウエハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の工程を含む。

【0034】

ステップ6（検査）ではステップ5で作製された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テスト等の検査を行なう。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、これが出荷（ステップ7）される。

【0035】

図8は上記ステップ4のウエハプロセスの詳細なフローチャートである。

20

【0036】

まず、ステップ11（酸化）ではウエハの表面を酸化させる。ステップ12（CVD）ではウエハ表面に絶縁膜を形成する。

【0037】

ステップ13（電極形成）ではウエハ上に電極を蒸着によって形成する。ステップ14（イオン打ち込み）ではウエハにイオンを打ち込む。ステップ15（レジスト処理）ではウエハに感光剤を塗布する。ステップ16（露光）では前記説明した露光装置によってマスクの回路パターンをウエハに焼付露光する。

【0038】

ステップ17（現像）では露光したウエハを現像する。ステップ18（エッチング）では現像したレジスト以外の部分を削り取る。ステップ19（レジスト剥離）ではエッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行なうことによってウエハ上に多重に回路パターンが形成される。

30

【0039】

尚、本実施形態の製造方法を用いれば高集積度の半導体デバイスを容易に製造することができる。

【0040】

【発明の効果】

本発明によれば、以上のように各要素を設定することにより、開口絞りの劣化等の問題を起こさず、しかも、遮蔽すべき集光点を完全に遮蔽し、被照射面を均一に照明することができ、レチクル面上の各種のパターンをウエハ面上に高い解像力で投影できる照明装置及びそれを用いた投影露光装置を達成することができる。

40

【0041】

特に、本発明によれば、集光位置で遮蔽すると同時に集光位置の位置以外の位置において遮蔽する構成であるから、開口絞りの1点にあたる光エネルギーは低減し、開口絞りの劣化等の問題を解決し、照明装置の寿命が伸び、光学部品への金属の付着も解決できるので照度減少の発生を防止でき、しかも、遮光すべき集光部を必ず遮光できるので、不完全な遮光に起因する照度ムラを無くすことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態1の要部概略図

50

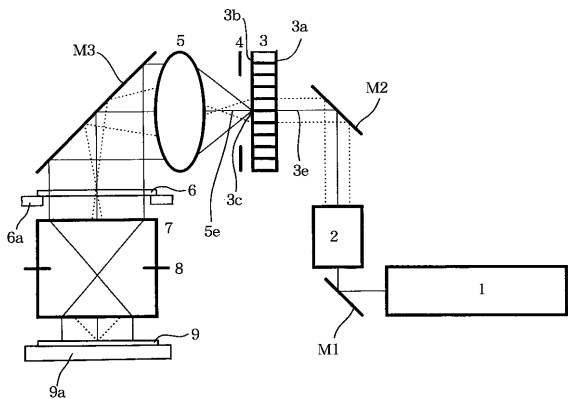
- 【図2】 図1の一部分の拡大説明図
- 【図3】 本発明の実施形態2の一部分の拡大説明図
- 【図4】 図2の一部分の拡大説明図
- 【図5】 輪帯照明時に用いる開口絞りの断面形状の説明図
- 【図6】 図1の開口絞りの説明図
- 【図7】 本発明のデバイスの製造方法のフローチャート
- 【図8】 本発明のデバイスの製造方法のフローチャート
- 【符号の説明】

- 1 光源
- 2 ビーム整形光学系
- 3 集光点群形成手段
- 4 開口絞り
- 5 光学系
- 6 第1物体（レチクル）
- 6 a 第1ステージ
- 7 投影光学系
- 8 絞リ
- 9 第2物体（感光基板）
- 9 a 第2ステージ
- 4 a 先端部

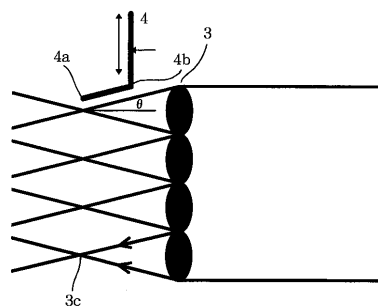
10

20

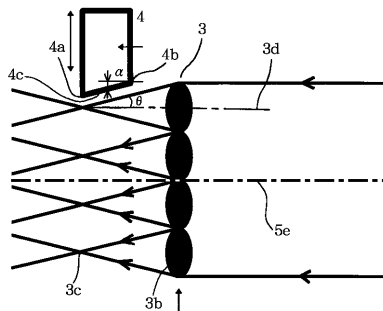
【図1】



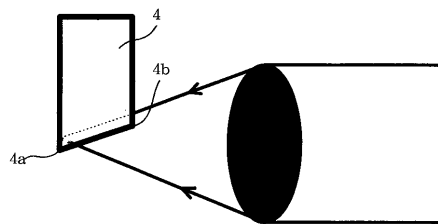
【図3】



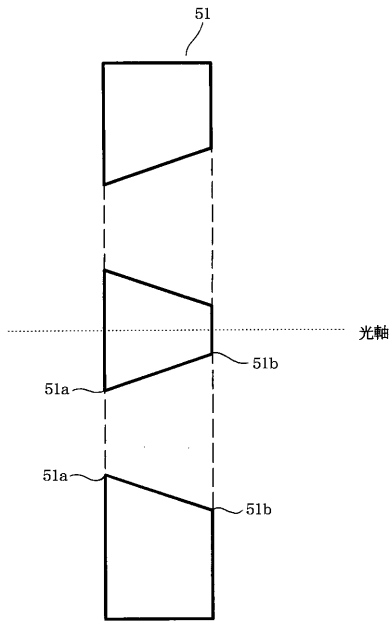
【図2】



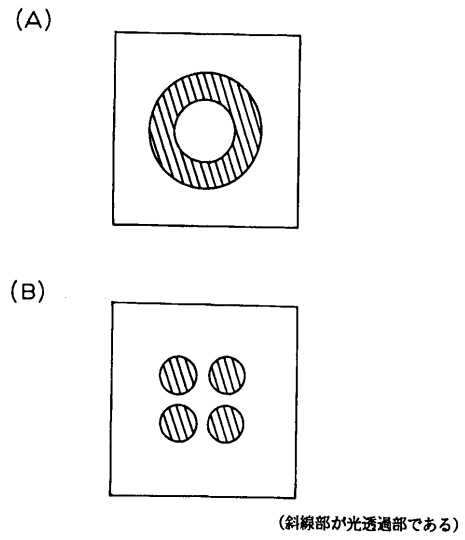
【図4】



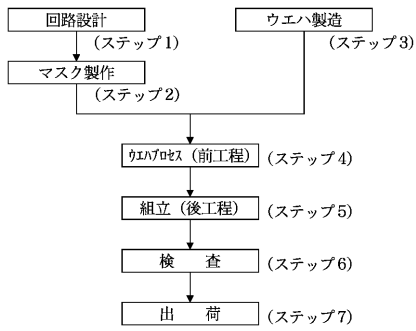
【 図 5 】



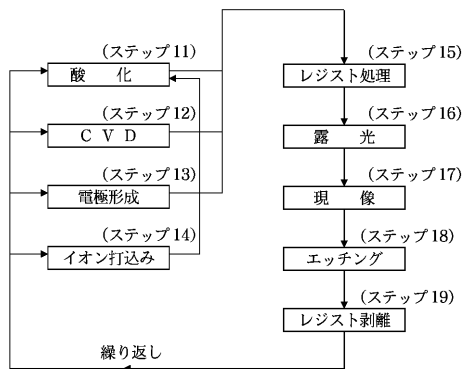
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)

H01L 21/027