

(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2005-215579

(P2005-215579A)

(43) 公開日 平成17年8月11日(2005.8.11)

(51) Int.Cl.⁷

G03F 7/20
G02B 13/18
G02B 13/24
G02B 17/08
H01L 21/027

F I

G03F 7/20 5 O 1
G02B 13/18
G02B 13/24
G02B 17/08 A
H01L 21/30 5 1 5 D

テーマコード (参考)

2 H 0 8 7
2 H 0 9 7
5 F 0 4 6

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 19 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2004-25083 (P2004-25083)

(22) 出願日 平成16年2月2日(2004.2.2)

(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 熊澤 雅人

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) 2H087 KA21 LA01 PA14 PA17 PB14
QA02 QA07 QA14 QA22 QA25
QA34 QA42 QA46 RA05 RA12
RA13 RA32 RA41
2H097 AA02 AA03 CA03 GB02 LA12
5F046 BA03 BA05 CB24 CB25 DA13

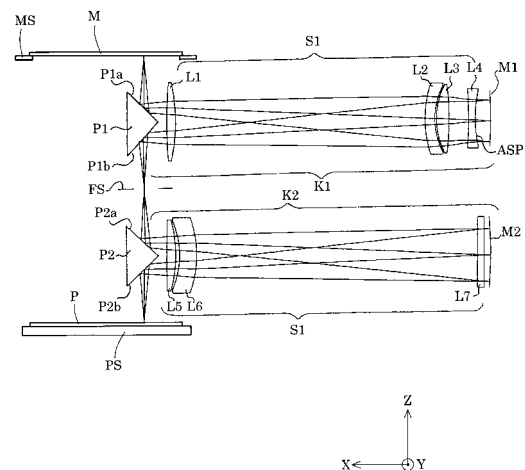
(54) 【発明の名称】 投影光学系、露光装置、および露光方法

(57) 【要約】

【課題】 比較的少ない数の光学部材で構成され、広い波長範囲に対して色収差が良好に補正され、例えばほぼ等倍の正立正像を形成する反射屈折型の投影光学系。

【解決手段】 第1物体(M)からの光束に基づいて第1物体の中間像を形成するための反射屈折型の第1結像光学系(K1)と、中間像からの光束に基づいて第1物体の最終像を第2物体(P)上に形成するための反射屈折型の第2結像光学系(K2)とを備えている。第1結像光学系の物像間距離と第2結像光学系の物像間距離とがほぼ等しく、第1結像光学系中の光学部材の構成と第2結像光学系中の光学部材の構成とが実質的に異なる。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 物体の像を第 2 物体上に形成する投影光学系において、

前記第 1 物体からの光束に基づいて前記第 1 物体の中間像を形成するための反射屈折型の第 1 結像光学系と、前記中間像からの光束に基づいて前記第 1 物体の最終像を前記第 2 物体上に形成するための反射屈折型の第 2 結像光学系とを備え、

前記第 1 結像光学系の物像間距離と前記第 2 結像光学系の物像間距離とがほぼ等しく、前記第 1 結像光学系の光学構成と前記第 2 結像光学系の光学構成とが実質的に異なることを特徴とする投影光学系。

【請求項 2】

10

第 1 物体の像を第 2 物体上に形成する投影光学系において、

前記第 1 物体からの光束に基づいて前記第 1 物体の中間像を形成するための反射屈折型の第 1 結像光学系と、前記中間像からの光束に基づいて前記第 1 物体の最終像を前記第 2 物体上に形成するための反射屈折型の第 2 結像光学系とを備え、

前記第 1 結像光学系の光軸と前記第 2 結像光学系の光軸とがほぼ平行で、前記第 1 結像光学系の光学構成と前記第 2 結像光学系の光学構成とが実質的に異なることを特徴とする投影光学系。

【請求項 3】

第 1 物体の像を第 2 物体上に形成する投影光学系において、

前記第 1 物体からの光束に基づいて前記第 1 物体の中間像を形成するための反射屈折型の第 1 結像光学系と、前記中間像からの光束に基づいて前記第 1 物体の最終像を前記第 2 物体上に形成するための反射屈折型の第 2 結像光学系とを備え、

前記第 1 結像光学系と前記第 2 結像光学系との合成倍率がほぼ等倍で、前記第 1 結像光学系の光学構成と前記第 2 結像光学系の光学構成とが実質的に異なることを特徴とする投影光学系。

20

【請求項 4】

前記第 1 結像光学系および前記第 2 結像光学系のうちの少なくとも一方は、非球面形状の光学面を有することを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の投影光学系。

【請求項 5】

前記第 1 結像光学系と前記第 2 結像光学系とは、互いに異なる枚数の光学部材で構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の投影光学系。

30

【請求項 6】

前記第 1 結像光学系と前記第 2 結像光学系とは、互いに異なる形状の複数の光学部材で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 項に記載の投影光学系。

【請求項 7】

前記第 1 結像光学系と前記第 2 結像光学系とは、各反射面に対して互いに異なる位置に配置された複数の光学部材で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 項に記載の投影光学系。

【請求項 8】

前記第 1 結像光学系は、第 1 凹面反射鏡と、該第 1 凹面反射鏡が形成する往復光路中に配置された第 1 屈折光学系とを有し、

40

前記第 2 結像光学系は、第 2 凹面反射鏡と、該第 2 凹面反射鏡が形成する往復光路中に配置された第 2 屈折光学系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 項に記載の投影光学系。

【請求項 9】

前記第 1 結像光学系は、前記第 1 物体からの光束を前記第 1 凹面反射鏡に向かって反射するための第 1 反射面と、前記第 1 凹面反射鏡で反射された光束を前記第 2 結像光学系に向かって反射するための第 2 反射面とを有し、

前記第 2 結像光学系は、前記第 1 結像光学系からの光束を前記第 2 凹面反射鏡に向かって反射するための第 3 反射面と、前記第 2 凹面反射鏡で反射された光束を前記第 2 物体に

50

向かって反射するための第 4 反射面とを有することを特徴とする請求項 8 に記載の投影光学系。

【請求項 10】

前記第 1 結像光学系は、前記第 1 反射面および前記第 2 反射面の双方が形成された第 1 反射部材を有し、

前記第 2 結像光学系は、前記第 3 反射面および前記第 4 反射面の双方が形成された第 2 反射部材を有することを特徴とする請求項 9 に記載の投影光学系。

【請求項 11】

前記第 1 物体としてのマスクを照明するための照明系と、請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の 1 つまたは複数の投影光学系とを備え、前記 1 つまたは複数の投影光学系を介して前記マスクのパターンを前記第 2 物体としての感光性基板へ露光することを特徴とする露光装置。 10

【請求項 12】

前記 1 つまたは複数の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 1 つまたは複数の投影光学系を介して前記マスクのパターンを前記感光性基板へ露光することを特徴とする請求項 11 に記載の露光装置。

【請求項 13】

請求項 11 または 12 に記載の露光装置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マイクロデバイスの製造方法。 20

【請求項 14】

前記第 1 物体としてのマスクを照明する照明工程と、

請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の投影光学系を用いて、前記マスクのパターンを前記第 2 物体としての感光性基板へ露光する露光工程とを含むことを特徴とする露光方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、投影光学系、露光装置、および露光方法に関し、特に複数の反射屈折型の投影光学ユニットからなる投影系に対してマスクと感光性基板とを移動させつつマスクのパターンを感光性基板上に投影露光するマルチ走査型投影露光装置に好適な投影光学ユニットに関するものである。 30

【背景技術】

【0002】

近年、ワープロやパソコンやテレビ等の表示素子として、液晶表示パネルが多用されるようになってきている。液晶表示パネルは、プレート上に透明薄膜電極をフォトリソグラフィの手法で所望の形状にパターンングすることによって製造される。このフォトリソグラフィ工程のための装置として、マスク上に形成された原画パターンを、投影光学系を介してプレート上のフォトレジスト層に投影露光する投影露光装置が用いられている。 40

【0003】

なお、最近では、液晶表示パネルの面積化の要求が高まっており、その要求に伴ってこの種の投影露光装置においても露光領域の拡大が望まれている。そこで、露光領域を拡大するために、いわゆるマルチ走査型投影露光装置が提案されている。マルチ走査型投影露光装置では、複数の投影光学ユニットに対してマスクとプレートとを移動させつつ、マスクのパターンをプレート上に投影露光する。

【0004】

たとえば特開 2000 - 39557 号公報には、この種の投影光学ユニットとして、g 線と h 線と i 線とに対して良好に色消しされた反射屈折型の投影光学ユニットが開示されている。この投影光学ユニットでは、2 つの全く同じ等倍系を直列に配置することにより 50

、等倍の正立正像を形成している。

【特許文献1】特開2000-39557号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上述の公報に開示された従来の投影光学ユニットの場合、2つの全く同じ等倍系を直列配置で用いているため、各等倍系において収差補正を充分に行う必要がある。その結果、従来の投影光学ユニットを構成する光学部材（直角プリズムのような偏向部材を除き、2枚の凹面反射鏡を含む光学部材、すなわちパワーを有する光学部材）の数が、12点～16点と比較的多くなっている。この場合、例えば5つの投影光学ユニットからなる投影系を有するマルチ走査型投影露光装置に従来技術を適用すると、投影系を構成する光学部材の数が60点～80点になる。

10

【0006】

近年、マスクパターンの微細化に伴って露光装置の投影系には光学性能の向上が求められており、投影系を構成する各光学部材（特に曲面状の光学面を有するパワー光学部材）に要求される加工精度も高くなっている。したがって、投影光学ユニット（一般には投影光学系）を構成する光学部材の数が比較的多い従来技術では、特にマルチ走査型投影露光装置に適用した場合に、装置のコスト高を招き易いという不都合があった。

【0007】

本発明は、前述の課題に鑑みてなされたものであり、比較的少ない数の光学部材（パワーを有する光学部材）で構成され、広い波長範囲に対して色収差が良好に補正され、例えばほぼ等倍の正立正像を形成する反射屈折型の投影光学系を提供することを目的とする。

20

【0008】

また、本発明は、上述の良好な光学性能を有する1つまたは複数の投影光学系を備え、例えばg線とh線とi線とを含む広い波長範囲の露光光を用いて、スループットの高い良好な露光を行うことのできる露光装置および露光方法を提供することを目的とする。

【0009】

さらに、本発明は、上述の露光装置または露光方法を用いた良好な露光により、例えば大面積で良好なマイクロデバイス（半導体素子、撮像素子、液晶表示素子、薄膜磁気ヘッド等）を製造することのできるデバイス製造方法を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0010】

前記課題を解決するために、本発明の第1形態では、第1物体の像を第2物体上に形成する投影光学系において、

前記第1物体からの光束に基づいて前記第1物体の中間像を形成するための反射屈折型の第1結像光学系と、前記中間像からの光束に基づいて前記第1物体の最終像を前記第2物体上に形成するための反射屈折型の第2結像光学系とを備え、

前記第1結像光学系の物像間距離と前記第2結像光学系の物像間距離とがほぼ等しく、前記第1結像光学系の光学構成と前記第2結像光学系の光学構成とが実質的に異なることを特徴とする投影光学系を提供する。

40

【0011】

本発明の第2形態では、第1物体の像を第2物体上に形成する投影光学系において、

前記第1物体からの光束に基づいて前記第1物体の中間像を形成するための反射屈折型の第1結像光学系と、前記中間像からの光束に基づいて前記第1物体の最終像を前記第2物体上に形成するための反射屈折型の第2結像光学系とを備え、

前記第1結像光学系の光軸と前記第2結像光学系の光軸とがほぼ平行で、前記第1結像光学系の光学構成と前記第2結像光学系の光学構成とが実質的に異なることを特徴とする投影光学系を提供する。

【0012】

本発明の第3形態では、第1物体の像を第2物体上に形成する投影光学系において、

50

前記第 1 物体からの光束に基づいて前記第 1 物体の中間像を形成するための反射屈折型の第 1 結像光学系と、前記中間像からの光束に基づいて前記第 1 物体の最終像を前記第 2 物体上に形成するための反射屈折型の第 2 結像光学系とを備え、

前記第 1 結像光学系と前記第 2 結像光学系との合成倍率がほぼ等倍で、前記第 1 結像光学系の光学構成と前記第 2 結像光学系の光学構成とが実質的に異なることを特徴とする投影光学系を提供する。

ここで、本発明における第 1 結像光学系の光学構成と第 2 結像光学系の光学構成とが実質的に異なるとは、例えば、第 1 結像光学系の全体的構成と第 2 結像光学系の全体的構成とが異なることを含むと共に、第 1 結像光学系を構成する複数の光学部材（レンズ、反射部材等）のうちの少なくとも 1 つの光学部材と、第 2 結像光学系を構成する複数の光学部材（レンズ、反射部材等）のうちの少なくとも 1 つの光学部材との構成が異なることを含むことを意味する。

10

具体的には、第 1 結像光学系の全体的構成と第 2 結像光学系の全体的構成とが異なる事とは、例えば、第 1 結像光学系を構成する複数の光学部材（レンズ、反射部材等）の数と第 2 結像光学系を構成する複数の光学部材（レンズ、反射部材等）の数とを異ならせしめることを含む。

また、第 1 結像光学系を構成する複数の光学部材のうちの少なくとも 1 つの光学部材と、第 2 結像光学系を構成する複数の光学部材のうちの少なくとも 1 つの光学部材との構成が異なるとは、例えば、曲率、光学面形状、屈折率、軸上厚、配置等が異なることを意味する。

20

【0013】

第 1 形態～第 3 形態の好ましい態様によれば、前記第 1 結像光学系および前記第 2 結像光学系のうちの少なくとも一方は、非球面形状の光学面を有する。また、前記第 1 結像光学系と前記第 2 結像光学系とは、互いに異なる枚数の光学部材で構成されていることが好ましい。また、前記第 1 結像光学系と前記第 2 結像光学系とは、互いに異なる形状の複数の光学部材で構成されていることが好ましい。

【0014】

また、第 1 形態～第 3 形態の好ましい態様によれば、前記第 1 結像光学系と前記第 2 結像光学系とは、各反射面に対して互いに異なる位置に配置された複数の光学部材で構成されている。また、前記第 1 結像光学系は、第 1 凹面反射鏡と、該第 1 凹面反射鏡が形成する往復光路中に配置された第 1 屈折光学系とを有し、前記第 2 結像光学系は、第 2 凹面反射鏡と、該第 2 凹面反射鏡が形成する往復光路中に配置された第 2 屈折光学系とを有することが好ましい。

30

【0015】

また、第 1 形態～第 3 形態の好ましい態様によれば、前記第 1 結像光学系は、前記第 1 物体からの光束を前記第 1 凹面反射鏡に向かって反射するための第 1 反射面と、前記第 1 凹面反射鏡で反射された光束を前記第 2 結像光学系に向かって反射するための第 2 反射面とを有し、前記第 2 結像光学系は、前記第 1 結像光学系からの光束を前記第 2 凹面反射鏡に向かって反射するための第 3 反射面と、前記第 2 凹面反射鏡で反射された光束を前記第 2 物体に向かって反射するための第 4 反射面とを有する。この場合、前記第 1 結像光学系は、前記第 1 反射面および前記第 2 反射面の双方が形成された第 1 反射部材を有し、前記第 2 結像光学系は、前記第 3 反射面および前記第 4 反射面の双方が形成された第 2 反射部材を有することが好ましい。

40

【0016】

本発明の第 4 形態では、前記第 1 物体としてのマスクを照明するための照明系と、第 1 形態～第 3 形態の 1 つまたは複数の投影光学系とを備え、前記 1 つまたは複数の投影光学系を介して前記マスクのパターンを前記第 2 物体としての感光性基板へ露光することを特徴とする露光装置を提供する。この場合、前記 1 つまたは複数の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 1 つまたは複数の投影光学系を介して前記マスクのパターンを前記感光性基板へ露光することが好ましい。

50

【 0 0 1 7 】

本発明の第 5 形態では、第 4 形態の露光装置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マイクロデバイスの製造方法を提供する。

【 0 0 1 8 】

本発明の第 6 形態では、前記第 1 物体としてのマスクを照明する照明工程と、

第 1 形態～第 3 形態の投影光学系を用いて、前記マスクのパターンを前記第 2 物体としての感光性基板へ露光する露光工程とを含むことを特徴とする露光方法を提供する。

【 発明の効果 】

10

【 0 0 1 9 】

本発明では、第 1 結像光学系の光学構成と第 2 結像光学系の光学構成とが実質的に異なる配置や構造を採用し、第 1 結像光学系と第 2 結像光学系とで相補的に収差補正を行うことにより、投影光学系の収差を良好に補正する。その結果、本発明では、比較的少ない数の光学部材（パワーを有する光学部材）で構成され、広い波長範囲に対して色収差が良好に補正され、例えばほぼ等倍の正立正像を形成する反射屈折型の投影光学系を実現することができる。

【 0 0 2 0 】

したがって、良好な光学性能を有する 1 つまたは複数の投影光学系を用いる本発明の露光装置および露光方法では、例えば g 線と h 線と i 線とを含む広い波長範囲の露光光を使用してスループットの高い良好な露光を行うことができ、ひいては例えば大面積で良好なマイクロデバイスとして、高精度な液晶表示素子など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 】

【 0 0 2 1 】

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斜視図である。本実施形態では、複数の反射屈折型の投影光学ユニットからなる投影系に対してマスクとプレートとを移動させつつマスクのパターンをプレート上に投影露光するマルチ走査型投影露光装置に本発明を適用している。

【 0 0 2 2 】

30

換言すると、本実施形態では、マルチ走査型投影露光装置の各投影光学ユニットに本発明の投影光学系を適用している。なお、図 1 では、所定の回路パターンが形成されたマスクおよびレジストが塗布されたプレートを移動させる方向（走査方向）に沿って X 軸を設定している。また、マスクの平面内で X 軸と直交する方向に沿って Y 軸を、プレートの法線方向に沿って Z 軸を設定している。

【 0 0 2 3 】

本実施形態の露光装置は、マスクステージ（図 1 では不図示）M S 上においてマスクホルダ（不図示）を介して X Y 平面に平行に支持されたマスク M を均一に照明するための照明系 I L を備えている。図 1 を参照すると、照明系 I L は、たとえば超高圧水銀ランプからなる光源 1 を備えている。光源 1 は、回転楕円面からなる反射面を有する楕円鏡 2 の第 1 焦点位置に位置決めされている。したがって、光源 1 から射出された照明光束は、反射鏡（平面鏡）3 を介して、楕円鏡 2 の第 2 焦点位置に光源像を形成する。この第 2 焦点位置には、シャッター（不図示）が配置されている。

40

【 0 0 2 4 】

楕円鏡 2 の第 2 焦点位置に形成された光源像からの発散光束は、リレーレンズ系 4 を介して再び結像する。リレーレンズ系 4 の瞳面の近傍には、所望の波長域の光束のみを透過させる波長選択フィルター（不図示）が配置されている。波長選択フィルターでは、g 線（436 nm）の光と h 線（405 nm）と i 線（365 nm）の光とが露光光として同時に選択される。なお、波長選択フィルターでは、たとえば g 線の光と h 線の光とを同時に選択することもできるし、h 線の光と i 線の光とを同時に選択することもできるし、さ

50

らに i 線の光だけを選択することもできる。

【0025】

リレーレンズ系 4 による光源像の形成位置の近傍に、ライトガイド 5 の入射端 5 a が配置されている。ライトガイド 5 は、多数のファイバ素線をランダムに束ねて構成されたランダムライトガイドファイバであって、光源 1 の数（図 1 では 1 つ）と同じ数の入射端 5 a と、投影系 PL を構成する投影光学ユニットの数（図 1 では 5 つ）と同じ数の射出端 5 b ~ 5 f とを備えている。こうして、ライトガイド 5 の入射端 5 a へ入射した光は、その内部を伝播した後、5 つの射出端 5 b ~ 5 f から射出される。

【0026】

ライトガイド 5 の射出端 5 b から射出された発散光束は、コリメートレンズ（不図示）によりほぼ平行な光束に変換された後、フライアイ・インテグレーター（オプティカルインテグレーター）6 b に入射する。フライアイ・インテグレーター 6 b は、多数の正レンズエレメントをその中心軸線が光軸 AX に沿って延びるように縦横に且つ稠密に配列することによって構成されている。したがって、フライアイ・インテグレーター 6 b に入射した光束は、多数のレンズエレメントにより波面分割され、その後側焦点面（すなわち射出面の近傍）にレンズエレメントの数と同数の光源像からなる二次光源を形成する。

【0027】

すなわち、フライアイ・インテグレーター 6 b の後側焦点面には、多数の光源像からなる実質的な面光源が形成される。なお、オプティカルインテグレーター（6 b ~ 6 f）は、フライアイ・インテグレーターに限定されることなく、回折光学素子、微小レンズ要素の集合体で構成されるマイクロフライアイレンズ、あるいは内面反射型のロッド状インテグレーター（中空パイプまたは光パイプ、棒状ガラスロッドなど）を含む構成を採用してもよい。

【0028】

二次光源からの光束は、フライアイ・インテグレーター 6 b の後側焦点面の近傍に配置された開口絞り（不図示）により制限された後、コンデンサーレンズ系 7 b に入射する。なお、開口絞りは、対応する投影光学ユニット PL 1 の瞳面と光学的にほぼ共役な位置に配置され、照明に寄与する二次光源の範囲を規定するための可変開口部を有する。開口絞りは、この可変開口部の開口径を変化させることにより、照明条件を決定する σ 値（投影系 PL を構成する各投影光学ユニット PL 1 ~ PL 5 の瞳面の開口径に対するその瞳面上での二次光源像の口径の比）を所望の値に設定する。

【0029】

コンデンサーレンズ系 7 b を介した光束は、所定の転写パターンが形成されたマスク M を重疊的に照明する。同様に、ライトガイド 5 の他の射出端 5 c ~ 5 f から射出された発散光束も、各コリメートレンズ、フライアイ・インテグレーター 6 c ~ 6 f、各開口絞り、およびコンデンサーレンズ系 7 c ~ 7 f（不図示）を介して、マスク M をそれぞれ重疊的に照明する。すなわち、照明系 IL は、マスク M 上において Y 方向に並んだ複数（図 1 では合計で 5 つ）の台形状の領域を照明する。

【0030】

なお、上述の例では、照明系 IL において、1 つの光源 1 からの照明光をライトガイド 5 を介して 5 つの照明光に等分割しているが、光源の数および投影光学ユニットの数に限定されることなく、様々な変形例が可能である。すなわち、必要に応じて 2 つ以上の光源を設け、これら 2 つ以上の光源からの照明光をランダム性の良好なライトガイドを介して所要数（投影光学ユニットの数）の照明光に等分割することもできる。この場合、ライトガイドは、光源の数と同数の入射端を有し、投影光学ユニットの数と同数の射出端を有することになる。

【0031】

マスク M 上の各照明領域からの光は、各照明領域に対応するように Y 方向に沿って配列された複数（図 1 では合計で 5 つ）の投影光学ユニット PL 1 ~ PL 5 からなる投影系 PL に入射する。ここで、各投影光学ユニット PL 1 ~ PL 5 の構成は、互いに同じである

10

20

30

40

50

。以下、本実施形態の各実施例にかかる投影光学ユニットの構成について具体的に説明する。

【0032】

[第1実施例]

図2は、本実施形態の第1実施例にかかる投影光学ユニットの構成を概略的に示す図である。第1実施例の投影光学ユニット（典型的には投影光学ユニットP L 1など）は、図2に示すように、マスクMからの光に基づいてマスクパターンの一次像を形成する第1結像光学系K 1と、この一次像からの光に基づいてマスクパターンの等倍の正立正像（二次像）をプレートP上に形成する第2結像光学系K 2とを有する。なお、マスクパターンの一次像の形成位置（中間像面）の近傍には、マスクM上における投影光学ユニットの視野領域（照明領域）およびプレートP上における投影光学ユニットの投影領域（露光領域）を規定する視野絞りF Sが設けられている。

10

【0033】

第1結像光学系K 1は、マスクMから-Z方向に沿って入射する光を-X方向に反射するようにマスク面（XY平面）に対して45°の角度で斜設された第1反射面P 1 aを有する第1直角プリズムP 1を備えている。また、第1結像光学系K 1は、第1直角プリズムP 1側から順に、第1屈折光学系S 1と、第1直角プリズムP 1側に凹面を向けた第1凹面反射鏡M 1とを備えている。ここで、第1屈折光学系S 1は、第1凹面反射鏡M 1が形成する往復光路中に配置された4つのレンズL 1～L 4を備えている。

【0034】

具体的には、第1屈折光学系S 1は、第1直角プリズムP 1側から順に、両凸レンズL 1と、第1直角プリズムP 1側に凸面を向けた負メニスカスレンズL 2と、両凸レンズL 3と、第1凹面反射鏡M 1側に非球面形状の凹面A S Pを向けた両凹レンズL 4とにより構成されている。第1屈折光学系S 1と第1凹面反射鏡M 1とはX方向に延びる光軸に沿って配置され、全体として第1反射屈折光学系を構成している。この第1反射屈折光学系から+X方向に沿って第1直角プリズムP 1に入射した光は、マスク面（XY平面）に対して45°の角度で斜設された第2反射面P 1 bによって-Z方向に反射される。

20

【0035】

一方、第2結像光学系K 2は、第1直角プリズムP 1の第2反射面P 1 bから-Z方向に沿って入射する光を-X方向に反射するようにプレート面（XY平面）に対して45°の角度で斜設された第1反射面P 2 aを有する第2直角プリズムP 2を備えている。また、第2結像光学系K 2は、第2直角プリズムP 2側から順に、第2屈折光学系S 2と、第2直角プリズムP 2側に凹面を向けた第2凹面反射鏡M 2とを備えている。ここで、第2屈折光学系S 2は、第2凹面反射鏡M 2が形成する往復光路中に配置された3つのレンズL 5～L 7を備えている。

30

【0036】

具体的には、第2屈折光学系S 2は、第2直角プリズムP 2側から順に、両凸レンズL 5と、第2直角プリズムP 2側に凹面を向けた負メニスカスレンズL 6と、両凹レンズL 7とにより構成されている。第2屈折光学系S 2と第2凹面反射鏡M 2とはX方向に延びる光軸に沿って配置され、全体として第2反射屈折光学系を構成している。この第2反射屈折光学系から+X方向に沿って第2直角プリズムP 2に入射した光は、プレート面（XY平面）に対して45°の角度で斜設された第2反射面P 2 bによって-Z方向に反射され、最終像面に設定されたプレートPに達する。

40

【0037】

以下、第1実施例にかかる投影光学ユニットの基本的な動作について説明する。前述したように、マスクM上に形成されたパターンは、照明系I Lからの照明光（露光光）により、ほぼ均一な照度で照明される。マスクM上の各照明領域に形成されたマスクパターンから-Z方向に沿って進行した光は、各投影光学ユニットの第1結像光学系K 1に入射し、第1直角プリズムP 1の第1反射面P 1 aにより90°だけ偏向される。

【0038】

50

第1直角プリズムP1の第1反射面P1aにより、-X方向に反射された光は、第1屈折光学系S1を介して、第1凹面反射鏡M1に達する。第1凹面反射鏡M1で反射された光は、再び第1屈折光学系S1を介して、+X方向に沿って第1直角プリズムP1の第2反射面P1bに入射する。第1直角プリズムP1の第2反射面P1bで90°だけ偏向されて、-Z方向に沿って進行した光は、視野絞りFSの近傍にマスクパターンの一次像を形成する。なお、一次像のX方向における横倍率はほぼ+1倍であり、Y方向における横倍率はほぼ-1倍である。

【0039】

マスクパターンの一次像から、-Z方向に沿って進行した光は、第2結像光学系K2に入射し、第2直角プリズムP2の第1反射面P2aにより90°だけ偏向される。第2直角プリズムP2により、-X方向に反射された光は、第2屈折光学系S2を介して、第2凹面反射鏡M2に達する。第2凹面反射鏡M2で反射された光は、再び第2屈折光学系S2を介して、+X方向に沿って第2直角プリズムP2の第2反射面P2bに入射する。

10

【0040】

第2直角プリズムP2の第2反射面P2bで90°だけ偏向されて、-Z方向に沿って進行した光は、プレートP上において対応する露光領域にマスクパターンの二次像を形成する。ここで、二次像のX方向における横倍率およびY方向における横倍率はともに+1倍である。すなわち、各投影光学ユニットを介してプレートP上に形成されるマスクパターン像は等倍の正立正像であり、各投影光学ユニットは等倍正立系を構成している。また、各投影光学ユニットは、マスクM側およびプレートP側の双方にほぼテレセントリックな

20

【0041】

こうして、複数の投影光学ユニットPL1~PL5から構成された投影系PLを介した光は、プレートステージ(図1では不図示)PS上においてプレートホルダを介してXY平面に平行に支持されたプレートP上にマスクパターン像を形成する。すなわち、上述したように、各投影光学ユニットPL1~PL5は等倍正立系として構成されているので、感光性基板であるプレートP上において各照明領域に対応するようにY方向に並んだ複数の台形状の露光領域には、マスクパターンの等倍の正立正像が形成される。

【0042】

ところで、マスクステージMSには、このステージを走査方向であるX方向に沿って移動させるための長いストロークを有する走査駆動系(不図示)が設けられている。また、マスクステージMSを走査直交方向であるY方向に沿って微小量だけ移動させるとともにZ軸廻りに微小量だけ回転させるための一対のアライメント駆動系(不図示)が設けられている。そして、マスクステージMSの位置座標が移動鏡を用いたレーザー干渉計MIFによって計測され且つ位置制御されるように構成されている。

30

【0043】

同様の駆動系が、プレートステージPSにも設けられている。すなわち、プレートステージPSを走査方向であるX方向に沿って移動させるための長いストロークを有する走査駆動系(不図示)、プレートステージPSを走査直交方向であるY方向に沿って微小量だけ移動させるとともにZ軸廻りに微小量だけ回転させるための一対のアライメント駆動系(不図示)が設けられている。そして、プレートステージPSの位置座標が移動鏡を用いたレーザー干渉計PIFによって計測され且つ位置制御されるように構成されている。

40

【0044】

さらに、マスクMとプレートPとをXY平面に沿って相対的に位置合わせするための手段として、一対のアライメント系ALがマスクMの上方に配置されている。アライメント系ALとして、たとえばマスクM上に形成されたマスクアライメントマークとプレートP上に形成されたプレートアライメントマークとの相対位置を画像処理により求める方式のアライメント系を用いることができる。

【0045】

こうして、マスクステージMS側の走査駆動系およびプレートステージPS側の走査駆

50

動系の作用により、複数の投影光学ユニット P L 1 ~ P L 5 からなる投影系 P L に対してマスク M とプレート P とを一体的に同一方向 (X 方向) に沿って移動させることによって、マスク P 上のパターン領域の全体がプレート P 上の露光領域の全体に転写 (走査露光) される。なお、複数の台形状の露光領域の形状および配置、ひいては複数の台形状の照明領域の形状および配置については、たとえば特開平 7 - 1 8 3 2 1 2 号公報などに詳細な説明が記載されており重複する説明は省略する。

【 0 0 4 6 】

なお、各実施例において、非球面は、光軸に垂直な方向の高さを y とし、非球面の頂点における接平面から高さ y における非球面上の位置までの光軸に沿った距離 (サグ量) を z とし、頂点曲率半径を r とし、円錐係数を κ とし、 n 次の非球面係数を C_n としたとき

10

【 0 0 4 7 】

$$z = (y^2 / r) / [1 + \{1 - (1 + \kappa) \cdot y^2 / r^2\}^{1/2}] \\ + C_4 \cdot y^4 + C_6 \cdot y^6 + C_8 \cdot y^8 + C_{10} \cdot y^{10} \\ + C_{12} \cdot y^{12} + C_{14} \cdot y^{14} \quad (a)$$

【 0 0 4 8 】

次の表 (1) に、第 1 実施例にかかる投影光学ユニットの諸元の値を掲げる。表 (1) の主要諸元において、N A は物体側での開口数 (像側での開口数も同じ) を、Y 0 は最大像高をそれぞれ示している。また、表 (1) の光学部材諸元において、第 1 カラムの面番号は物体面 (マスク面) からの光線進行方向に沿った面の順序を、第 2 カラムの r は各面の曲率半径 (非球面の場合には頂点曲率半径 : mm) を、第 3 カラムの d は各面の軸上間隔すなわち面間隔 (mm) を、第 4 カラムの n_i は i 線 ($\lambda = 365 \text{ nm}$) の光に対する媒質 (光学材料) の屈折率を、第 5 カラムの n_h は h 線 ($\lambda = 406 \text{ nm}$) の光に対する媒質 (光学材料) の屈折率を、第 6 カラムの n_g は g 線 ($\lambda = 436 \text{ nm}$) の光に対する媒質 (光学材料) の屈折率をそれぞれ示している。

20

【 0 0 4 9 】

なお、面間隔 d は、反射される度にその符号を変えるものとする。したがって、面間隔 d の符号は、第 1 凹面反射鏡 M 1 から第 2 凹面反射鏡 M 2 までの光路中では負とし、その他の光路中では正としている。そして、第 1 結像光学系 K 1 では、第 1 直角プリズム P 1 に向かって凸面の曲率半径を正とし、凹面の曲率半径を負としている。第 2 結像光学系 K 2 では、第 2 直角プリズム P 2 に向かって凹面の曲率半径を正とし、凸面の曲率半径を負としている。なお、表 (1) における表記は、第 2 実施例の表 (3) においても同様である。

30

【 0 0 5 0 】

表 (1)

(主要諸元)

N A = 0 . 0 8 5

Y 0 = 6 3 . 5 mm

40

(光学部材諸元)

面番号	r	d	n_i	n_h	n_g	光学部材
(マスク面) 173.8						
1	1057.81	20.0	1.48677	1.48272	1.48032	L 1
2	-412.84	575.6				
3	262.06	22.3	1.47459	1.46966	1.46674	L 2
4	164.62	3.9				
5	173.24	28.7	1.48677	1.48272	1.48032	L 3
6	-656.66	44.9				
7	-838.38	15	1.47459	1.46966	1.46674	L 4

50

8*	281.97	35.8				
9	-1232.11	-35.8				M 1
10*	281.97	-15	1.47459	1.46966	1.46674	L 4
11	-838.38	-44.9				
12	-656.66	-28.7	1.48677	1.48272	1.48032	L 3
13	173.24	-3.9				
14	164.62	-22.3	1.47459	1.46966	1.46674	L 2
15	262.06	-575.6				
16	-412.84	-20	1.48677	1.48272	1.48032	L 1
17	1057.81	-173.8				
18	∞	-173.8				F S
19	-7760.95	-20	1.48677	1.48272	1.48032	L 5
20	320.55	-8.8				
21	206.47	-40	1.61245	1.60054	1.59384	L 6
22	251.51	-647.4				
23	8389.13	-15	1.48677	1.48272	1.48032	L 7
24	-18599.36	-15				
25	908.95	15				M 2
26	-18599.36	15	1.48677	1.48272	1.48032	L 7
27	8389.13	647.4				
28	251.51	40	1.61245	1.60054	1.59384	L 6
29	206.47	8.8				
30	320.55	20	1.48677	1.48272	1.48032	L 5
31	-7760.95	173.8				

(プレート面)

(非球面データ)

第8面(第10面と同一面)

 $r = 281.97$ $\kappa = 0$ $C_4 = -0.5034 \times 10^{-8}$ $C_6 = 0.7511 \times 10^{-13}$ $C_8 = -0.1953 \times 10^{-16}$ $C_{10} = 0.1015 \times 10^{-19}$ $C_{12} = -0.1912 \times 10^{-23}$ $C_{14} = 0.1554 \times 10^{-27}$

【0051】

また、次の表(2)に、第1実施例にかかる投影光学ユニットの像高毎の波面収差のrms (root mean square)値を掲げる。なお、表(2)において、Wrms(i)はi線に対する波面収差のrms値を、Wrms(h)はh線に対する波面収差のrms値を、Wrms(g)はg線に対する波面収差のrms値をそれぞれ示している。なお、表(2)における表記は、第2実施例の表(4)においても同様である。

【0052】

表(2)

像高 Y	Wrms(i)	Wrms(h)	Wrms(g)
0	0.0038	0.0011	0.0028
15.875	0.0024	0.0013	0.0027
31.75	0.0054	0.0023	0.0056
47.625	0.0156	0.0043	0.0129
63.5	0.027	0.0122	0.028

10

20

30

40

50

【 0 0 5 3 】

表 (2) を参照すると、第 1 実施例の投影光学ユニットでは、g 線の光と h 線の光と i 線の光とに対して良好に色収差補正され且つ像面湾曲も良好に補正されていること、すなわち良好な光学性能が確保されていることがわかる。

【 0 0 5 4 】

[第 2 実施例]

図 3 は、本実施形態の第 2 実施例にかかる投影光学ユニットの構成を概略的に示す図である。第 2 実施例の投影光学ユニットは、図 3 に示すように、第 1 実施例と類似の構成を有する。したがって、第 2 実施例にかかる投影光学ユニットの基本的な作用は、第 1 実施例と同様である。しかしながら、第 2 実施例では、第 1 屈折光学系 S 1 および第 2 屈折光学系 S 2 の内部構成が、特に非球面形状の光学面を有するレンズの配置が、第 1 実施例と相違している。

10

【 0 0 5 5 】

具体的には、第 1 屈折光学系 S 1 は、第 1 直角プリズム P 1 側から順に、両凸レンズ L 1 と、第 1 直角プリズム P 1 側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 2 と、両凸レンズ L 3 と、第 1 直角プリズム P 1 側に凸面を向けた負メニスカスレンズ L 4 とにより構成されている。第 2 屈折光学系 S 2 は、第 2 直角プリズム P 2 側から順に、両凸レンズ L 5 と、第 2 直角プリズム P 2 側に凹面を向けた負メニスカスレンズ L 6 と、第 2 直角プリズム P 2 側に非球面形状の凹面 A S P を向けた負メニスカスレンズ L 7 とにより構成されている。次の表 (3) に、第 3 実施例にかかる投影光学ユニットの諸元の値を掲げる。

20

【 0 0 5 6 】

表 (3)

(主要諸元)

NA = 0 . 0 8 5

Y 0 = 6 3 . 5 m m

(光学部材諸元)

面番号	r	d	n i	n h	n g	光学部材
(マスク面) 200						
1	1056.98	40	1.48677	1.48272	1.48032	L 1
2	-369.69	497.5				
3	472.61	40	1.47459	1.46966	1.46674	L 2
4	204.90	4.8				
5	211.28	22.9	1.48677	1.48272	1.48032	L 3
6	-1074.68	88.8				
7	5661.79	15	1.47459	1.46966	1.46674	L 4
8	368.79	11.1				
9	-1153.97	-11.1				M 1
10	368.79	-15	1.47459	1.46966	1.46674	L 4
11	5661.79	-88.8				
12	-1074.68	-22.9	1.48677	1.48272	1.48032	L 3
13	211.28	-4.8				
14	204.90	-40	1.47459	1.46966	1.46674	L 2
15	472.61	-497.5				
16	-369.69	-40	1.48677	1.48272	1.48032	L 1
17	1056.98	-199.9				
18	∞	-174				F S
19	-1935.80	-20	1.48677	1.48272	1.48032	L 5
20	343.06	-10.5				
21	194.28	-40	1.61245	1.60054	1.59384	L 6

30

40

50

22	238.42	-235.3				
23*	1437.07	-15	1.47459	1.46966	1.46674	L 7
24	4412.35	-425.4				
25	925.73	425.4				M 2
26	4412.35	15	1.47459	1.46966	1.46674	L 7
27*	1437.07	235.3				
28	238.42	40	1.61245	1.60054	1.59384	L 6
29	194.28	10.5				
30	343.06	20	1.48677	1.48272	1.48032	L 5
31	-1935.80	173.8				

10

(プレート面)

(非球面データ)

第23面(第27面と同一面)

 $r = 1437.07$ $\kappa = 0$ $C_4 = -0.7785 \times 10^{-9}$ $C_6 = 0.2112 \times 10^{-13}$ $C_8 = 0.6098 \times 10^{-19}$ $C_{10} = -0.1762 \times 10^{-21}$ $C_{12} = 0.3475 \times 10^{-25}$ $C_{14} = -0.2240 \times 10^{-29}$

【0057】

また、次の表(4)に、第2実施例にかかる投影光学ユニットの像高毎の波面収差のrms (root mean square)値を掲げる。

【0058】

表(4)

像高 Y	Wrms(i)	Wrms(h)	Wrms(g)
0	0.0083	0.0011	0.0063
15.875	0.0081	0.0025	0.0067
31.75	0.0109	0.0031	0.0075
47.625	0.0171	0.0026	0.0117
63.5	0.0227	0.0122	0.0282

30

【0059】

表(4)を参照すると、第2実施例の投影光学ユニットにおいても第1実施例の場合と同様に、g線の光とh線の光とi線の光とに対して良好に色収差補正され且つ像面湾曲も良好に補正されていること、すなわち良好な光学性能が確保されていることがわかる。

【0060】

以上のように、上述の各実施例では、従来技術と同様に、第1結像光学系K1の物像間距離(マスクMと視野絞りFSとの間の距離)と、第2結像光学系K2の物像間距離(視野絞りFSとプレートPとの間の距離)とがほぼ等しい。また、第1結像光学系K1の光軸(第1屈折光学系S1および第1凹面反射鏡M1が配置されている光軸)と、第2結像光学系K2の光軸(第2屈折光学系S2および第2凹面反射鏡M2が配置されている光軸)とが平行である。また、第1結像光学系K1と第2結像光学系K2との合成倍率が等倍である。

40

【0061】

しかしながら、上述の各実施例では、従来技術とは異なり、第1結像光学系K1中の光学部材(第1屈折光学系S1を構成するレンズL1~L4、および第1凹面反射鏡M1)の構成と、第2結像光学系K2中の光学部材(第2屈折光学系S2を構成するレンズL5~L7、および第2凹面反射鏡M2)の構成とが実質的に異なる。第1に、第1実施例で

50

は第 1 結像光学系 K 1 だけに非球面形状の光学面が導入され、第 2 実施例では第 2 結像光学系 K 2 だけに非球面形状の光学面が導入されている。

【 0 0 6 2 】

第 2 に、第 1 結像光学系 K 1 と第 2 結像光学系 K 2 とは、互いに異なる枚数の光学部材で構成されている。具体的には、第 1 結像光学系 K 1 は、6 つの光学部材（1 つの直角プリズム P 1、4 つのレンズ L 1 ~ L 4 および 1 つの凹面反射鏡 M 1）で構成されているが、第 2 結像光学系 K 2 は、5 つの光学部材（1 つの直角プリズム P 2、3 つのレンズ L 5 ~ L 7 および 1 つの凹面反射鏡 M 2）で構成されている。

【 0 0 6 3 】

第 3 に、第 1 結像光学系 K 1 と第 2 結像光学系 K 2 とは、互いに異なる形状の複数の光学部材で構成されている。具体的には、第 1 屈折光学系 S 1 と第 2 屈折光学系 S 2 とはレンズ構成が異なり、第 1 凹面反射鏡 M 1 と第 2 凹面反射鏡 M 2 とは反射面の曲率（ひいてはパワー）が異なる。

【 0 0 6 4 】

前述したように、従来技術では、2 つの全く同じ等倍系を直列に配置することにより、等倍の正立正像を形成する投影光学ユニットを構成している。したがって、従来の投影光学ユニットの収差を良好に補正するには、各等倍系の収差をそれぞれ十分に補正する必要があった。その結果、従来の投影光学ユニットを構成するパワー光学部材（パワーを有する光学部材）の数が比較的多くなっていた。

【 0 0 6 5 】

これに対し、本実施形態では、第 1 結像光学系 K 1 中の光学部材の構成と第 2 結像光学系 K 2 中の光学部材の構成とが実質的に異なる構造を採用し、第 1 結像光学系 K 1 と第 2 結像光学系 K 2 とで相補的に収差補正を行うことにより、最終的に投影光学ユニットの収差を良好に補正している。すなわち、一方の結像光学系で補正し切れない収差成分を、他方の結像光学系で補正している。

【 0 0 6 6 】

具体的には、各実施例において、第 1 結像光学系 K 1 中のレンズ L 1 と、第 2 結像光学系 K 2 中のレンズ L 5 および L 6 とにより、非点収差を相補的に補正している。また、各実施例では、第 1 結像光学系 K 1 中のレンズ L 2 ~ L 4 および第 1 凹面反射鏡 M 1 と、第 2 結像光学系 K 2 中のレンズ L 7 および第 2 凹面反射鏡 M 2 とにより、球面収差を相補的に補正している。また、特に第 1 実施例では、第 1 結像光学系 K 1 中のレンズ L 2 ~ L 4 と、第 2 結像光学系 K 2 中のレンズ L 7 とにより、軸上色収差を相補的に補正している。

【 0 0 6 7 】

こうして、本実施形態では、第 1 結像光学系 K 1 と第 2 結像光学系 K 2 とで相補的に収差補正を行うので、第 1 結像光学系 K 1 および第 2 結像光学系 K 2 において各収差成分をそれぞれ独立に且つ十分に補正する従来技術よりも、第 1 結像光学系 K 1 および第 2 結像光学系 K 2 を構成するパワー光学部材の数を少なくすることができる。実際に、上述の各実施例において、各投影光学ユニットを構成するパワー光学部材の数は 9（第 1 結像光学系 K 1 は 5 点、第 2 結像光学系 K 2 は 4 点）であり、従来技術におけるパワー光学部材の数（12 ~ 16）よりもかなり少なく、特にマルチ走査型投影露光装置に適用した場合に装置のコスト低減を図ることができる。

【 0 0 6 8 】

以上のように、本実施形態では、比較的少ない数の光学部材（パワーを有する光学部材）で構成され、g 線と h 線と i 線とを含む広い波長範囲に対して色収差が良好に補正され、等倍の正立正像を形成する投影光学ユニットを実現することができる。したがって、良好な光学性能を有する複数の投影光学ユニットを用いる本実施形態のマルチ走査型投影露光装置では、g 線と h 線と i 線とを含む広い波長範囲の露光光を使用してスループットの高い良好な露光を行うことができる。

【 0 0 6 9 】

なお、上述の各実施例では、第 1 結像光学系 K 1 と第 2 結像光学系 K 2 とで、レンズ枚

10

20

30

40

50

数が異なっている。しかしながら、これに限定されることなく、同じ枚数のレンズで各結像光学系を構成し、各反射面（偏向面）に対して互いに異なる位置に複数の光学部材（レンズおよび凹面反射鏡）を配置することもできる。

【0070】

図1に示す本実施形態における各光学部材および各ステージ等を前述したような機能を達成するように、電氣的、機械的または光学的に連結することで、本実施形態にかかる露光装置を組み上げることができる。そして、照明系ILによってマスク（レチクル）を照明し（照明工程）、投影光学ユニットPL1～PL5からなる投影系PL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走査露光する（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、図1に示す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4のフローチャートを参照して説明する。

10

【0071】

まず、図4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リソが塗布される。その後、ステップ303において、上述の実施形態の露光装置を用いて、マスク上のパターンの像がその投影光学系（投影光学ユニット）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。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リソ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。

20

【0072】

また、上述の実施形態の露光装置では、プレート（ガラス基板）上に所定のパターン（回路パターン、電極パターン等）を形成することによって、マイクロデバイスとしての液晶表示素子を得ることもできる。以下、図5のフローチャートを参照して、このときの手法の一例につき説明する。図5において、パターン形成工程401では、上述の実施形態の露光装置を用いてマスクのパターンを感光性基板（レジストが塗布されたガラス基板等）に転写露光する、所謂光リソグラフィ工程が実行される。この光リソグラフィ工程によって、感光性基板上には多数の電極等を含む所定パターンが形成される。その後、露光された基板は、現像工程、エッチング工程、レジスト剥離工程等の各工程を経ることによって、基板上に所定のパターンが形成され、次のカラーフィルタ形成工程402へ移行する。

30

【0073】

次に、カラーフィルタ形成工程402では、R（Red）、G（Green）、B（Blue）に対応した3つのドットの組がマトリックス状に多数配列されたり、またはR、G、Bの3本のストライプのフィルタの組を複数水平走査線方向に配列したカラーフィルタを形成する。そして、カラーフィルタ形成工程402の後に、セル組み立て工程403が実行される。セル組み立て工程403では、パターン形成工程401にて得られた所定パターンを有する基板、およびカラーフィルタ形成工程402にて得られたカラーフィルタ等を用いて液晶パネル（液晶セル）を組み立てる。

40

【0074】

セル組み立て工程403では、例えば、パターン形成工程401にて得られた所定パターンを有する基板とカラーフィルタ形成工程402にて得られたカラーフィルタとの間に液晶を注入して、液晶パネル（液晶セル）を製造する。その後、モジュール組み立て工程404にて、組み立てられた液晶パネル（液晶セル）の表示動作を行わせる電気回路、バックライト等の各部品を取り付けて液晶表示素子として完成させる。上述の液晶表示

50

素子の製造方法によれば、極めて微細な回路パターンを有する液晶表示素子をスルーブック良好く得ることができる。

【0075】

なお、上述の実施形態では、光源として超高圧水銀ランプを用いているが、これに限定されることなく、他の適当な光源を用いることができる。すなわち、本発明において、露光波長は、g線、h線、i線などに特に限定されるものではない。

【0076】

また、上述の実施形態では、複数の投影光学ユニットから構成された投影系に対してマスクおよび感光性基板を移動させながら走査露光を行うマルチ走査型投影露光装置を例にとって本発明を説明している。しかしながら、複数の投影光学ユニットから構成された投影系に対してマスクおよび感光性基板を移動させることなく一括的な露光を行う投影露光装置についても本発明を適用することができる。さらに、単一の投影光学ユニットから構成された投影系に対してマスクおよび感光性基板を移動させながら走査露光を行う走査型投影露光装置や、単一の投影光学ユニットから構成された投影系に対してマスクおよび感光性基板を移動させることなく一括的な露光を行う投影露光装置について本発明を適用することもできる。

10

【0077】

また、以上の実施形態では、マスクとして透過性基板に遮光性の所定のパターンを形成したものをを用いる例を示したが、本発明はこれに限ることなく、DMD（デジタルミラーマイクロデバイス）や液晶素子等を用いたパターン表示素子をマスクとして用いることも可能である。さらに、本発明は、DMDや液晶素子以外のパターン表示装置もマスクとして用いることが可能であることは言うまでもない。

20

【図面の簡単な説明】

【0078】

【図1】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斜視図である。

【図2】本実施形態の第1実施例にかかる投影光学ユニットの構成を概略的に示す図である。

【図3】本実施形態の第2実施例にかかる投影光学ユニットの構成を概略的に示す図である。

【図4】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フローチャートである。

30

【図5】本実施形態の露光装置を用いてプレート上に所定の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液晶表示素子を得る際の手法のフローチャートである。

【符号の説明】

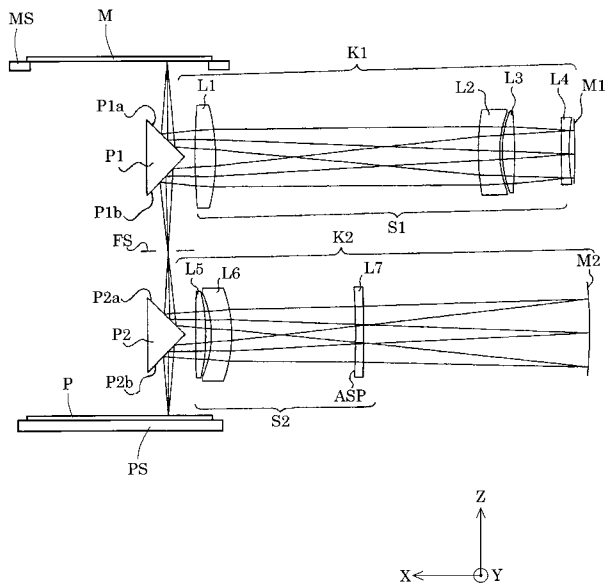
【0079】

- 1 光源
- 2 楕円鏡
- 3 反射鏡
- 4 リレーレンズ系
- 5 ライトガイド
- 6 フライアイ・インテグレーター
- 7 コンデンサーレンズ系
- M マスク
- PL 投影系
- PL1～PL5 投影光学ユニット
- P プレート
- FS 視野絞り
- S1 第1屈折光学系
- S2 第2屈折光学系

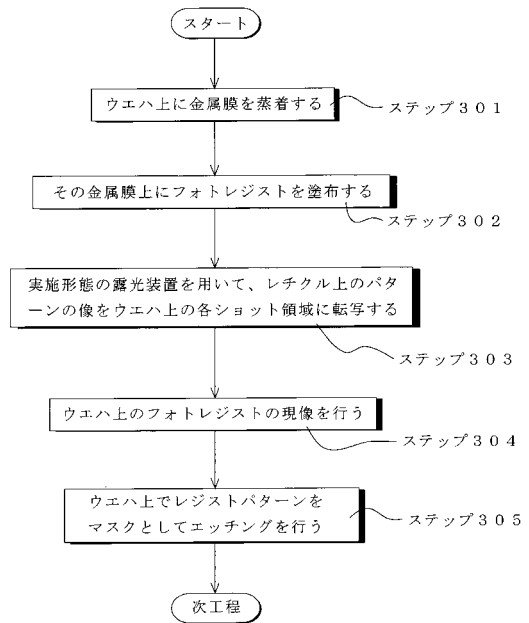
40

50

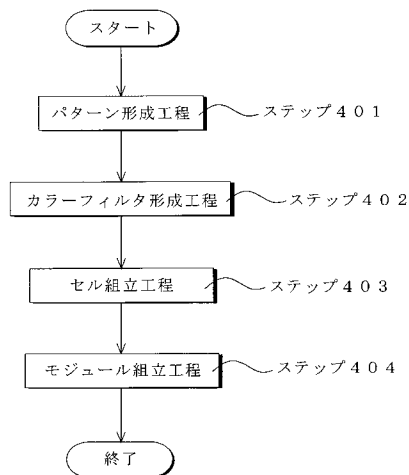
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(51) Int.Cl.⁷

F I

テーマコード (参考)

H 0 1 L 21/30

5 1 6 A