

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5534176号
(P5534176)

(45) 発行日 平成26年6月25日 (2014. 6. 25)

(24) 登録日 平成26年5月9日 (2014. 5. 9)

(51) Int. Cl.

F I

G03F 7/20 (2006.01)
H01L 21/027 (2006.01)G03F 7/20 501
H01L 21/30 515D

請求項の数 34 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2010-26086 (P2010-26086)
 (22) 出願日 平成22年2月9日 (2010. 2. 9)
 (65) 公開番号 特開2010-217877 (P2010-217877A)
 (43) 公開日 平成22年9月30日 (2010. 9. 30)
 審査請求日 平成25年1月11日 (2013. 1. 11)
 (31) 優先権主張番号 61/202, 580
 (32) 優先日 平成21年3月13日 (2009. 3. 13)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 12/692, 443
 (32) 優先日 平成22年1月22日 (2010. 1. 22)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 000004112
 株式会社ニコン
 東京都千代田区有楽町1丁目12番1号
 (74) 代理人 100095256
 弁理士 山口 孝雄
 (72) 発明者 木内 徹
 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
 (72) 発明者 水谷 英夫
 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

審査官 新井 重雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 露光装置、露光方法、およびデバイス製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

感光性を有する第1基板を第1方向に沿って第1の向きに移動させ、且つ感光性を有する第2基板を前記第1方向に沿って前記第1の向きとは反対の第2の向きに移動させる移動機構と、

パターンを有するマスクを保持し、前記第1基板および前記第2基板の前記第1方向への移動に同期して、第2方向に沿って第3の向きに移動するステージ機構と、

前記パターンを介した光を受光し、前記マスク上の前記第3の向きと前記第1基板上的前記第1の向きとが光学的に対応するように前記パターンの第1投影像を前記第1基板上に形成し、前記マスク上の前記第3の向きと前記第2基板上的前記第2の向きとが光学的に対応するように前記パターンの第2投影像を前記第2基板上に形成する投影光学系と、を備えることを特徴とする露光装置。

【請求項 2】

感光性を有する帯状の基板の第1部分を第1方向に沿って第1の向きに移動させ、且つ前記基板の第2部分を前記第1方向に沿って前記第1の向きと反対の第2の向きに移動させる移動機構と、

パターンを有するマスクを保持し、前記第1部分および前記第2部分の前記第1方向への移動に同期して、第2方向に沿って第3の向きに移動するステージ機構と、

前記パターンを介した光を受光し、前記マスク上の前記第3の向きと前記第1部分上の前記第1の向きとが光学的に対応するように前記パターンの第1投影像を前記第1部分上

に形成し、前記マスク上の前記第 3 の向きと前記第 2 部分上の前記第 2 の向きとが光学的に対応するように前記パターンの第 2 投影像を前記第 2 部分上に形成する投影光学系と、を備えることを特徴とする露光装置。

【請求項 3】

前記第 1 方向と前記第 2 方向とは直交し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】

前記第 1 投影像と前記第 2 投影像とは前記第 1 方向と直交する方向に整列して形成され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。

【請求項 5】

前記投影光学系は、前記パターンの第 1 中間像および第 2 中間像を形成する中間結像光学系と、前記第 1 中間像と前記第 1 投影像とを光学的に共役にする第 1 結像光学系と、前記第 2 中間像と前記第 2 投影像とを光学的に共役にする第 2 結像光学系と、を有することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の露光装置。

【請求項 6】

前記中間結像光学系は、前記パターンからの光が入射するレンズ群と、前記レンズ群からの光を該レンズ群の光軸を挟んで互いに異なる方向に進む第 1 の光と第 2 の光とに分割し且つ前記第 1 の光および前記第 2 の光を前記レンズ群に向けて反射する分割反射部と、を有することを特徴とする請求項 5 に記載の露光装置。

【請求項 7】

前記分割反射部は、前記レンズ群の後側焦点位置またはその近傍に配置され、前記レンズ群から入射した光を第 4 の向きに反射して前記第 1 の光を生成する複数の第 1 反射部および第 5 の向きに反射して前記第 2 の光を生成する複数の第 2 反射部を有することを特徴とする請求項 6 に記載の露光装置。

【請求項 8】

前記第 1 反射部と前記第 2 反射部とは、前記第 2 方向に沿って交互に設けられていることを特徴とする請求項 7 に記載の露光装置。

【請求項 9】

前記複数の第 1 反射部および前記複数の第 2 反射部は、二次元的に配列されて個別に姿勢変化可能な複数のミラー要素を有することを特徴とする請求項 7 または 8 に記載の露光装置。

【請求項 10】

前記ステージ機構に保持された前記マスクのパターンに光を照射する照明光学系を備え、前記照明光学系は、前記分割反射部の位置と光学的に共役な位置に、前記複数の第 1 反射部および前記複数の第 2 反射部の配置に対応させて複数の光源を形成することを特徴とする請求項 7 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の露光装置。

【請求項 11】

前記分割反射部は、前記レンズ群からの光を前記第 1 の光と前記第 2 の光とに分割する分割部と、前記レンズ群の後側焦点位置またはその近傍に配置され、前記分割部からの光を反射して該分割部を介して前記レンズ群に再入射させる反射部と、を有することを特徴とする請求項 6 に記載の露光装置。

【請求項 12】

前記分割部は、偏光ビームスプリッターを有し、

前記反射部は、前記偏光ビームスプリッターを透過して生成された前記第 1 の光を前記偏光ビームスプリッターに向けて反射する第 1 反射部材と、前記偏光ビームスプリッターを反射して生成された前記第 2 の光を前記偏光ビームスプリッターに向けて反射する第 2 反射部材と、を有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】

前記分割反射部は、前記レンズ群の後側焦点位置またはその近傍に配置され、前記レンズ群から入射した光に基づいて前記第 1 の光としての + 1 次回折光と前記第 2 の光としての

10

20

30

40

50

- 1 次回折光とを発生させる回折光学面を有することを特徴とする請求項 6 に記載の露光装置。

【請求項 1 4】

前記投影光学系は、前記第 1 の光を前記第 1 方向、前記第 2 方向、および前記中間結像光学系の光軸に平行な方向へ順次偏向する第 1 群の偏向部材と、前記第 2 の光を前記第 1 方向、前記第 2 方向、および前記中間結像光学系の光軸に平行な方向へ順次偏向する第 2 群の偏向部材と、を有することを特徴とする請求項 6 ~ 1 3 のいずれか 1 項に記載の露光装置。

【請求項 1 5】

前記投影光学系は、前記中間結像光学系と前記第 1 結像光学系との間の光路中に配置された第 1 群の偏向部材と、前記中間結像光学系と前記第 2 結像光学系との間の光路中に配置された第 2 群の偏向部材と、を有することを特徴とする請求項 6 ~ 1 3 のいずれか 1 項に記載の露光装置。

10

【請求項 1 6】

前記第 1 群の偏向部材は、前記第 1 の光を前記第 2 方向へ偏向する第 1 偏向部材と、該第 1 偏向部材からの前記第 1 の光を前記第 1 方向へ偏向する第 2 偏向部材と、該第 2 偏向部材からの前記第 1 の光を前記中間結像光学系の光軸に平行な方向へ偏向する第 3 偏向部材と、を有することを特徴とする請求項 1 4 または 1 5 に記載の露光装置。

【請求項 1 7】

前記第 1 群の偏向部材は、前記第 1 の光を前記第 1 方向へ偏向する第 1 偏向部材と、該第 1 偏向部材からの前記第 1 の光を前記第 2 方向へ偏向する第 2 偏向部材と、該第 2 偏向部材からの前記第 1 の光を前記中間結像光学系の光軸に平行な方向へ偏向する第 3 偏向部材と、を有することを特徴とする請求項 1 4 または 1 5 に記載の露光装置。

20

【請求項 1 8】

前記第 2 群の偏向部材は、前記第 2 の光を前記第 2 方向へ偏向する第 4 偏向部材と、該第 4 偏向部材からの前記第 2 の光を前記第 1 方向へ偏向する第 5 偏向部材と、該第 5 偏向部材からの前記第 2 の光を前記中間結像光学系の光軸に平行な方向へ偏向する第 6 偏向部材と、を有することを特徴とする請求項 1 4 ~ 1 7 のいずれか 1 項に記載の露光装置。

【請求項 1 9】

前記第 2 群の偏向部材は、前記第 2 の光を前記第 1 方向へ偏向する第 4 偏向部材と、該第 4 偏向部材からの前記第 2 の光を前記第 2 方向へ偏向する第 5 偏向部材と、該第 5 偏向部材からの前記第 2 の光を前記中間結像光学系の光軸に平行な方向へ偏向する第 6 偏向部材と、を有することを特徴とする請求項 1 4 ~ 1 7 のいずれか 1 項に記載の露光装置。

30

【請求項 2 0】

前記第 2 群の偏向部材は、前記第 1 偏向部材による前記第 1 の光の偏向方向と逆向きに前記第 2 の光を偏向する第 4 偏向部材と、前記第 2 偏向部材による前記第 1 の光の偏向方向と同じ向きに前記第 4 偏向部材からの前記第 2 の光を偏向する第 5 偏向部材と、前記第 3 偏向部材による前記第 1 の光の偏向方向と同じ向きに前記第 5 偏向部材からの前記第 2 の光を偏向する第 6 偏向部材と、を有することを特徴とする請求項 1 6 または 1 7 に記載の露光装置。

40

【請求項 2 1】

前記第 1 偏向部材は、前記中間結像光学系と前記第 1 中間像の形成位置との間の光路中に配置され、前記第 2 偏向部材は、前記第 1 中間像の形成位置と前記第 1 結像光学系との間の光路中に配置され、前記第 3 偏向部材は、前記第 2 偏向部材と前記第 1 結像光学系との間の光路中に配置されることを特徴とする請求項 1 6 または 1 7 に記載の露光装置。

【請求項 2 2】

前記第 4 偏向部材は、前記中間結像光学系と前記第 2 中間像の形成位置との間の光路中に配置され、前記第 5 偏向部材は、前記第 2 中間像の形成位置と前記第 2 結像光学系との間の光路中に配置され、前記第 6 偏向部材は、前記第 5 偏向部材と前記第 2 結像光学系との間の光路中に配置されることを特徴とする請求項 1 8 ~ 2 0 のいずれか 1 項に記載の露光

50

装置。

【請求項 2 3】

感光性を有する第 1 基板を第 1 方向に沿って第 1 の向きに移動させ、且つ感光性を有する第 2 基板を前記第 1 方向に沿って前記第 1 の向きとは反対の第 2 の向きに移動させる工程と、

前記第 1 基板および前記第 2 基板の前記第 1 方向への移動に同期して、パターンを有するマスクを第 2 方向に沿って第 3 の向きに移動させる工程と、

前記パターンからの光を受光し、前記マスク上の前記第 3 の向きと前記第 1 基板上の前記第 1 の向きとが光学的に対応するように前記パターンの第 1 投影像を前記第 1 基板上に形成し、前記マスク上の前記第 3 の向きと前記第 2 基板上の前記第 2 の向きとが光学的に対応するように前記パターンの第 2 投影像を前記第 2 基板上に形成する工程と、を含むことを特徴とする露光方法。

10

【請求項 2 4】

感光性を有する帯状の基板の第 1 部分を第 1 方向に沿って第 1 の向きに移動させ、且つ前記基板の第 2 部分を前記第 1 方向に沿って前記第 1 の向きと反対の第 2 の向きに移動させる工程と、

前記第 1 部分および前記第 2 部分の前記第 1 方向への移動に同期して、パターンを有するマスクを第 2 方向に沿って第 3 の向きに移動させる工程と、

前記パターンからの光を受光し、前記マスク上の前記第 3 の向きと前記第 1 部分上の前記第 1 の向きとが光学的に対応するように前記パターンの第 1 投影像を前記第 1 部分上に形成する工程と、

20

前記パターンからの光を受光し、前記マスク上の前記第 3 の向きと前記第 2 部分上の前記第 2 の向きとが光学的に対応するように前記パターンの第 2 投影像を前記第 2 部分上に形成する工程と、を含むことを特徴とする露光方法。

【請求項 2 5】

前記第 1 投影像を形成する工程および前記第 2 投影像を形成する工程は、前記マスクが前記第 3 の向きに移動される期間にそれぞれ前記第 1 投影像および前記第 2 投影像を形成することを特徴とする請求項 2 4 に記載の露光方法。

【請求項 2 6】

前記第 2 投影像を形成する工程は、前記基板の前記第 2 部分のうち前記第 1 投影像が形成されていない領域に前記第 2 投影像を形成することを特徴とする請求項 2 4 または 2 5 に記載の露光方法。

30

【請求項 2 7】

前記第 1 部分および前記第 2 部分を移動させる工程は、前記第 1 部分および前記第 2 部分を継続的に前記第 1 方向に沿って移動させ、

前記マスクを移動させる工程は、前記マスクを前記第 2 方向に沿って複数回往復移動させることを特徴とする請求項 2 4 ~ 2 6 のいずれか 1 項に記載の露光方法。

【請求項 2 8】

前記第 1 方向と前記第 2 方向とは直交していることを特徴とする請求項 2 3 ~ 2 7 のいずれか 1 項に記載の露光方法。

40

【請求項 2 9】

請求項 1 ~ 2 2 のいずれか 1 項に記載の露光装置を用いて、前記パターンを基板に転写する工程と、

前記パターンが転写された前記基板を現像し、前記パターンに対応する形状の転写パターン層を前記基板に形成する工程と、

前記転写パターン層を介して前記基板を加工する工程と、

を含むことを特徴とするデバイス製造方法。

【請求項 3 0】

第 1 方向に沿って移動する感光性の第 1 基板と第 2 基板とを、前記第 1 方向と直交した第 2 方向に並べて配置した状態で、デバイス用のパターンからの光束を前記第 1 基板と第 2

50

基板の各々に投影露光する露光装置であって、

前記パターンからの光束を入射して前記パターンの中間像を空間的に離れた２ヶ所の各々に形成する中間結像光学系と、前記中間像の一方を第１結像領域に投影する第１結像光学系と、前記第１結像領域を前記第１基板上に設定するように光路を折り曲げる第１反射部材と、前記中間像の他方を第２結像領域に投影する第２結像光学系と、前記第２結像領域を前記第２基板上に設定するように光路を折り曲げる第２反射部材と、を有する投影光学系を備え、

前記投影光学系は、前記２ヶ所に中間像を形成する為に、前記中間結像光学系の瞳位置またはその近傍の位置に配置されて、前記パターンからの光束を異なる２方向に反射させる分割反射部を含み、

前記第１反射部材と前記第２反射部材は、前記第１結像領域と前記第２結像領域の各々に投影される像が前記第１方向に関して互いに逆向きとなるように前記光路を折り曲げることを特徴とする露光装置。

10

【請求項３１】

前記中間結像光学系は前記パターンからの光束を入射するレンズ群を有し、前記分割反射部は、前記レンズ群からの光を該レンズ群の光軸を挟んで互いに異なる方向に進む第１の光束と第２の光束とに分割し、且つ前記第１の光束および前記第２の光束を前記レンズ群に向けて反射することを特徴とする請求項３０に記載の露光装置。

【請求項３２】

前記分割反射部は、前記レンズ群の後側焦点位置またはその近傍の位置に配置され、前記パターンから前記レンズ群に入射した光束のほぼ半分を、前記第１の光束として前記レンズ群に向けて反射させる複数の第１反射面と、前記パターンから前記レンズ群に入射した光束の残りの半分を、前記第２の光束として前記レンズ群に向けて反射させる複数の第２反射面とを有することを特徴とする請求項３１に記載の露光装置。

20

【請求項３３】

前記分割反射部は、前記レンズ群の後側焦点位置と前記レンズ群との間に配置されて、前記パターンから前記レンズ群に入射した光束を２方向に分割するビームスプリッターと、該２方向に分割された光束の一方を前記第１の光束として前記ビームスプリッターを介して前記レンズ群に向けて反射させる第３反射部材と、前記２方向に分割された光束の他方を前記第２の光束として前記ビームスプリッターを介して前記レンズ群に向けて反射させる第４反射部材とを有することを特徴とする請求項３１に記載の露光装置。

30

【請求項３４】

請求項３０～３３のいずれか１項に記載の露光装置を用いて、前記第１基板と第２基板の各々に前記パターンを転写した後に、前記第１基板と第２基板を処理して、前記パターンに対応する形状の転写パターン層を前記第１基板と第２基板の各々に形成する工程、を含むことを特徴とするデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、感光性を有する基板にパターンを転写する走査型の露光装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

パソコン、テレビ等の表示素子として、液晶表示パネルが多用されている。最近では、フレキシブルな高分子シート（感光性基板）上に透明薄膜電極をフォトリソグラフィの手法でパターンニングすることにより表示パネルを製造する方法が考案されている。このフォトリソグラフィ工程において用いられる露光装置として、ロール・ツー・ロールで搬送される帯状の感光性基板にマスクのパターンを転写する露光装置（以下、ロール・ツー・ロール型の露光装置という）が提案されている（例えば、特許文献１を参照）。

【先行技術文献】

40

50

【特許文献】

【0003】

【特許文献1】特開2007-114385号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ロール・ツー・ロール型の露光装置では、帯状の感光性基板へのパターンの転写にかかるスループットの向上を図ることが求められている。

【0005】

本発明の態様は、前述の課題に鑑みてなされたものであり、例えばロール・ツー・ロールで搬送される帯状の感光性基板への走査露光にかかるスループットの向上を達成することのできる露光装置、露光方法およびデバイス製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の第1の態様に従えば、感光性を有する第1基板を第1方向に沿って第1の向きに移動させ、且つ感光性を有する第2基板を前記第1方向に沿って前記第1の向きとは反対の第2の向きに移動させる移動機構と、

パターンを有するマスクを保持し、前記第1基板および前記第2基板の前記第1方向への移動に同期して、第2方向に沿って第3の向きに移動するステージ機構と、

前記パターンを介した光を受光し、前記マスク上の前記第3の向きと前記第1基板上的前記第1の向きとが光学的に対応するように前記パターンの第1投影像を前記第1基板上に形成し、前記マスク上の前記第3の向きと前記第2基板上的前記第2の向きとが光学的に対応するように前記パターンの第2投影像を前記第2基板上に形成する投影光学系と、を備える露光装置が提供される。

【0007】

本発明の第2の態様に従えば、感光性を有する帯状の基板の第1部分を第1方向に沿って第1の向きに移動させ、且つ前記基板の第2部分を前記第1方向に沿って前記第1の向きと反対の第2の向きに移動させる移動機構と、

パターンを有するマスクを保持し、前記第1部分および前記第2部分の前記第1方向への移動に同期して、第2方向に沿って第3の向きに移動するステージ機構と、

前記パターンを介した光を受光し、前記マスク上の前記第3の向きと前記第1部分上の前記第1の向きとが光学的に対応するように前記パターンの第1投影像を前記第1部分上に形成し、前記マスク上の前記第3の向きと前記第2部分上の前記第2の向きとが光学的に対応するように前記パターンの第2投影像を前記第2部分上に形成する投影光学系と、を備える露光装置が提供される。

【0008】

本発明の第3の態様に従えば、感光性を有する第1基板を第1方向に沿って第1の向きに移動させ、且つ感光性を有する第2基板を前記第1方向に沿って前記第1の向きとは反対の第2の向きに移動させる工程と、

前記第1基板および前記第2基板の前記第1方向への移動に同期して、パターンを有するマスクを第2方向に沿って第3の向きに移動させる工程と、

前記パターンからの光を受光し、前記マスク上の前記第3の向きと前記第1基板上的前記第1の向きとが光学的に対応するように前記パターンの第1投影像を前記第1基板上に形成し、前記マスク上の前記第3の向きと前記第2基板上的前記第2の向きとが光学的に対応するように前記パターンの第2投影像を前記第2基板上に形成する工程と、を含む露光方法が提供される。

【0009】

本発明の第4の態様に従えば、感光性を有する帯状の基板の第1部分を第1方向に沿って第1の向きに移動させ、且つ前記基板の第2部分を前記第1方向に沿って前記第1の向きと反対の第2の向きに移動させる工程と、

前記第 1 部分および前記第 2 部分の前記第 1 方向への移動に同期して、パターンを有するマスクを第 2 方向に沿って第 3 の向きに移動させる工程と、

前記パターンからの光を受光し、前記マスク上の前記第 3 の向きと前記第 1 部分上の前記第 1 の向きとが光学的に対応するように前記パターンの第 1 投影像を前記第 1 部分上に形成する工程と、

前記パターンからの光を受光し、前記マスク上の前記第 3 の向きと前記第 2 部分上の前記第 2 の向きとが光学的に対応するように前記パターンの第 2 投影像を前記第 2 部分上に形成する工程と、を含む露光方法が提供される。

【 0 0 1 0 】

本発明の第 5 の態様に従えば、本発明にかかる露光装置を用いて、前記パターンを基板に転写する工程と、

前記パターンが転写された前記基板を現像し、前記パターンに対応する形状の転写パターン層を前記基板に形成する工程と、

前記転写パターン層を介して前記基板を加工する工程と、

を含むデバイス製造方法が提供される。

本発明の第 6 の態様に従えば、第 1 方向に沿って移動する感光性の第 1 基板と第 2 基板とを、前記第 1 方向と直交した第 2 方向に並べて配置した状態で、デバイス用のパターンからの光束を前記第 1 基板と第 2 基板の各々に投影露光する露光装置であって、

前記パターンからの光束を入射して前記パターンの中間像を空間的に離れた 2 ヶ所の各々に形成する中間結像光学系と、前記中間像の一方を第 1 結像領域に投影する第 1 結像光学系と、前記第 1 結像領域を前記第 1 基板上に設定するように光路を折り曲げる第 1 反射部材と、前記中間像の他方を第 2 結像領域に投影する第 2 結像光学系と、前記第 2 結像領域を前記第 2 基板上に設定するように光路を折り曲げる第 2 反射部材と、を有する投影光学系を備え、

前記投影光学系は、前記 2 ヶ所に中間像を形成する為に、前記中間結像光学系の瞳位置またはその近傍の位置に配置されて、前記パターンからの光束を異なる 2 方向に反射させる分割反射部を含み、

前記第 1 反射部材と前記第 2 反射部材は、前記第 1 結像領域と前記第 2 結像領域の各々に投影される像が前記第 1 方向に関して互いに逆向きとなるように前記光路を折り曲げることを特徴とする露光装置が提供される。

本発明の第 7 の態様に従えば、本発明の第 6 の態様の露光装置を用いて、前記第 1 基板と第 2 基板の各々に前記パターンを転写した後に、前記第 1 基板と第 2 基板を処理して、前記パターンに対応する形状の転写パターン層を前記第 1 基板と第 2 基板の各々に形成する工程、を含むことを特徴とするデバイス製造方法が提供される。

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

本発明の一態様によれば、マスクを第 3 の向きへ 1 回移動させることにより、第 1 の向きへ移動する帯状の感光性基板の第 1 部分への第 1 投影像の走査露光と、第 2 の向きへ移動する帯状の感光性基板の第 2 部分への第 1 投影像の走査露光とを同時に行うことができる。また、マスクの第 1 方向に沿った往復移動を複数回に亘って繰り返すことにより、所定の経路に沿って継続的に移動する基板上に、第 1 投影像が転写された領域と第 2 投影像が転写された領域とを交互に連続形成することができる。その結果、本発明の露光装置では、例えばロール・ツー・ロールで搬送される帯状の感光性基板への走査露光にかかるスループットを向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 2 】

【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】帯状の感光性基板をロール・ツー・ロールで搬送する移動機構の要部構成を概略的に示す図である。

【図 3】本実施形態にかかる投影光学系の構成を概略的に示す図である。

【図４】一群の偏向部材の作用を説明する図である。

【図５】第１結像領域と第２結像領域とが整列して形成される様子を示す図である。

【図６】本実施形態における分割反射部の構成および作用を説明する図である。

【図７】分割反射部の複数の反射部と照明瞳における複数の光源との対応関係を説明する図である。

【図８】本実施形態における走査露光の動作を説明する図である。

【図９】第１変形例にかかる分割反射部の構成および作用を説明する図である。

【図１０】第２変形例にかかる分割反射部の構成および作用を説明する図である。

【図１１】第３変形例にかかる分割反射部の構成および作用を説明する図である。

【図１２】半導体デバイスの製造工程を示すフローチャートである。

10

【図１３】液晶デバイスの製造工程を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【００１３】

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構成を概略的に示す図である。本実施形態では、図１に示すように、投影光学系ＰＬに対してマスクＭおよび帯状のシートＳＨを相対移動させつつマスクＭのパターンをシートＳＨに投影露光（転写）するロール・ツー・ロール型の露光装置に対して本発明を適用している。図１では、感光性基板としてのシートＳＨの転写面（感光面；被露光面）の法線方向にＺ軸を、シートＳＨの転写面に平行な面内において図１の紙面に平行な方向にＹ軸を、シートＳＨの転写面に平行な面内において図１の紙面に垂直な方向にＸ軸を設定している。

20

【００１４】

本実施形態の露光装置は、マスクＭのパターン領域を照明する照明光学系ＩＬと、パターンを有するマスクＭを保持して移動するマスクステージＭＳと、マスクＭのパターンの拡大像をシートＳＨ上に形成する投影光学系ＰＬと、シートＳＨをロール・ツー・ロールの方式にしたがって移動させる（搬送する）移動機構ＳＣと、マスクステージＭＳおよび移動機構ＳＣを駆動する駆動系ＤＲと、駆動系ＤＲ等の動作を統括的に制御する主制御系ＣＲとを備えている。シートＳＨは、フォトレジスト（感光材料）が塗布されたフレキシブルな（可撓性を有する）帯状の高分子シートである。

【００１５】

30

照明光学系ＩＬには、光源ＬＳから露光用の照明光（露光光）が供給される。露光光として、例えば、超高压水銀ランプの射出光から選択されたｉ線（波長３６５ｎｍ）の光、ＹＡＧレーザの３倍高調波（波長３５５ｎｍ）よりなるパルス光、ＫｒＦエキシマレーザ光（波長２４８ｎｍ）などを用いることができる。照明光学系ＩＬは、光の入射順に、コリメータレンズ２０、フライアイレンズ２１、コンデンサー光学系２２、可変視野絞りとしてのマスクブラインド２３、照明結像光学系２４（２４ａ，２４ｂ）などを備えている。

【００１６】

光源ＬＳから射出された光は、照明光学系ＩＬを介して、マスクＭ上に照明領域ＩＲを照明する。照明領域ＩＲは、Ｘ方向に沿って細長く延びる所定の外形形状を有する。マスクＭの照明領域ＩＲからの光は、投影光学系ＰＬを介して、第１結像領域ＥＲ１に照明領域ＩＲ内のパターンの第１投影像を形成し、第１結像領域ＥＲ１からＹ方向に間隔を隔てた第２結像領域ＥＲ２に照明領域ＩＲ内のパターンの第２投影像を形成する。すなわち、投影光学系ＰＬは、後述するように、パターンの第１投影像が形成された第１結像領域ＥＲ１を－Ｘ方向へ移動するシートＳＨ上に形成し、パターンの第２投影像が形成された第２結像領域ＥＲ２を＋Ｘ方向へ移動するシートＳＨ上に形成する。

40

【００１７】

投影光学系ＰＬは、マスクＭ側およびシートＳＨ側にテレセントリックであり、マスクＭ側からシートＳＨ側へ拡大倍率を有する。結像領域ＥＲ１，ＥＲ２の形状は、照明領域ＩＲの形状を投影光学系ＰＬの投影倍率で拡大した形状である。以下、説明の理解を容

50

易にするために、照明領域 $I R$ は X 方向に沿って細長く延びる矩形状の領域であるものとする。この場合、後述するように、第 1 結像領域 $E R 1$ および第 2 結像領域 $E R 2$ は、照明領域 $I R$ の長手方向である X 方向と直交する Y 方向に沿って細長く延びる矩形状の領域になる。ただし、照明領域 $I R$ の形状、ひいては結像領域 $E R 1$ 、 $E R 2$ の形状は、照明光学系 $I L$ 中のマスクブラインド 23 の可変開口部（光透過部）の形状に応じて可变的に設定される。

【0018】

マスク M は、マスクホルダ（不図示）を介して、マスクステージ $M S$ 上に吸着保持されている。マスクステージ $M S$ 上には、周知の構成を有するマスク側レーザ干渉計（不図示）が配置されている。マスク側レーザ干渉計は、マスクステージ $M S$ の X 方向の位置、 Y 方向の位置、および Z 軸廻りの回転角を計測し、計測結果を主制御系 $C R$ に供給する。主制御系 $C R$ は、その計測値に基づいて、駆動系 $D R$ を介して、マスクステージ $M S$ の X 方向の位置、走査方向としての Y 方向の位置および速度、並びに Z 軸廻りの回転角を制御する。

10

【0019】

シート $S H$ は、一連のロールを備えた移動機構 $S C$ の作用により、所定の経路に沿って搬送される。移動機構 $S C$ は、図 2 に示すように、 X 方向に沿って直線状に延びる第 1 直進経路 $S C a$ 、第 1 直進経路 $S C a$ から Y 方向に間隔を隔てて X 方向に沿って直線状に延びる第 2 直進経路 $S C b$ 、および第 1 直進経路 $S C a$ と第 2 直進経路 $S C b$ とを接続する反転経路 $S C c$ を有する。可撓性を有する帯状のシート $S H$ は、第 1 直進経路 $S C a$ に沿って $-X$ 方向の向きに移動した後、反転経路 $S C c$ に進入する。第 1 直進経路 $S C a$ に沿って $-X$ 方向の向きに移動するシート $S H$ 上には、第 1 結像領域 $E R 1$ が形成される。

20

【0020】

反転経路 $S C c$ に進入したシート $S H$ は、反転経路 $S C c$ の中央に配置されて Z 方向に延びる軸線を中心として回転する反転ロール $S C d$ を経た後、第 2 直進経路 $S C b$ に進入する。第 2 直進経路 $S C b$ に進入したシート $S H$ は、 $+X$ 方向の向きに移動する。第 2 直進経路 $S C b$ に沿って $+X$ 方向の向きに移動するシート $S H$ 上には、第 2 結像領域 $E R 2$ が形成される。走査露光時には、マスクステージ $M S$ が $+Y$ 方向の向きに速度 $V /$ で駆動されるのに同期して、移動機構 $S C$ は第 1 直進経路 $S C a$ においてシート $S H$ を $-X$ 方向の向きに速度 V で移動させ且つ第 2 直進経路 $S C b$ においてシート $S H$ を $+X$ 方向の向きに速度 V で移動させる。

30

【0021】

図 3 は、本実施形態にかかる投影光学系の構成を概略的に示す図である。図 3 を参照すると、投影光学系 $P L$ は、マスク M のパターン領域において照明領域 $I R$ により照明されたパターンの第 1 中間像 $I 1$ および第 2 中間像 $I 2$ を形成する中間結像光学系 $G M$ と、第 1 中間像 $I 1$ からの光に基づいてシート $S H$ 上の第 1 結像領域 $E R 1$ にパターンの第 1 投影像を形成する第 1 結像光学系 $G 1$ と、第 2 中間像 $I 2$ からの光に基づいてシート $S H$ 上の第 2 結像領域 $E R 2$ にパターンの第 2 投影像を形成する第 2 結像光学系 $G 2$ とを有する。

【0022】

40

すなわち、中間結像光学系 $G M$ は、マスク M のパターン領域の位置と第 1 中間像 $I 1$ の形成位置および第 2 中間像 $I 2$ の形成位置とを光学的に共役に行っている。第 1 結像光学系 $G 1$ は、第 1 中間像 $I 1$ の形成位置と第 1 結像領域 $E R 1$ の位置とを光学的に共役に行っており、第 1 直進経路 $S C a$ に沿って $-X$ 方向へ移動するシート $S H$ 上の第 1 結像領域 $E R 1$ にパターンの第 1 投影像を形成する。第 2 結像光学系 $G 2$ は、第 2 中間像 $I 2$ の形成位置と第 2 結像領域 $E R 2$ の位置とを光学的に共役に行っており、第 2 直進経路 $S C b$ に沿って $+X$ 方向へ移動するシート $S H$ 上の第 2 結像領域 $E R 2$ にパターンの第 2 投影像を形成する。

【0023】

マスク M は、そのパターン領域が投影光学系 $P L$ の物体面 $O B J$ にほぼ一致するように

50

マスクステージMS上に配置される。シートSHは、その表面（感光面）が投影光学系PLの像面IMGにほぼ一致するような軌道に沿って移動機構SCにより搬送される。中間結像光学系GMは、照明領域IRにより照明されたパターン領域からの光が入射する正レンズ群Lpと、正レンズ群Lpからの光を正レンズ群Lpの光軸AXpを挟んで互いに異なる方向に進む第1の光と第2の光とに分割し且つ第1の光および第2の光を正レンズ群Lpに向けて反射する分割反射部10とを有する。分割反射部10の具体的な構成および作用については後述する。

【0024】

中間結像光学系GMと第1結像光学系G1との間の光路中には、光の入射順に、第1偏向部材M1、第2偏向部材M2、および第3偏向部材M3が配置されている。中間結像光学系GMと第2結像光学系G2との間の光路中には、光の入射順に、第4偏向部材M4、第5偏向部材M5、および第6偏向部材M6が配置されている。偏向部材M1～M6は、例えば平面状の反射面を有する反射鏡である。以下、投影光学系PLの構成の理解を容易にするために、照明領域IRから光軸AXpに沿って射出される光L1に着目して、偏向部材M1～M6の作用を説明する。

【0025】

図3を参照すると、照明領域IRから光軸AXpに沿って射出された光L1は、正レンズ群Lpを経て分割反射部10により反射され、図3の紙面において斜め右上の向き（第1の向き）に進む第1の光L11と斜め左上の向き（第2の向き）に進む第2の光L12とに分割される。分割反射部10により反射された第1の光L11は、正レンズ群Lpを経た後に+Z方向に沿って偏向部材M1に入射し、偏向部材M1により+Y方向に偏向される。

【0026】

偏向部材M1により+Y方向に偏向された第1の光L11は、第1中間像I1として、例えばマスクパターンのほぼ等倍の像を形成する。第1中間像I1から+Y方向に沿って進む第1の光は、図4に示すように、偏向部材M2により+X方向に偏向され、偏向部材M3により-Z方向に偏向された後、第1結像光学系G1を介して、第1直進経路SCaに沿って-X方向へ移動するシートSH上の第1結像領域ER1に達する。Y方向に沿って細長い矩形形状の第1結像領域ER1には、第1投影像として、マスクパターンの拡大像が形成される。なお、図4では、正レンズ群Lpのうち、最もマスク側に配置されたレンズLP1だけを示している。

【0027】

一方、分割反射部10により反射された第2の光L12は、正レンズ群Lpを経た後に+Z方向に沿って偏向部材M4に入射し、偏向部材M4により-Y方向に偏向される。偏向部材M4により-Y方向に偏向された第2の光L12は、第2中間像I2として、第1中間像I1と同様にマスクパターンのほぼ等倍の像を形成する。第2中間像I2から-Y方向に沿って進む第2の光は、図4に示すように、偏向部材M5により+X方向に偏向され、偏向部材M6により-Z方向に偏向された後、第2結像光学系G2を介して、第2直進経路SCbに沿って+X方向へ移動するシートSH上の第2結像領域ER2に達する。Y方向に沿って細長い矩形形状の第2結像領域ER2には、第2投影像として、マスクパターンの拡大像が形成される。

【0028】

第1投影像および第2投影像は、投影光学系PLの投影倍率でマスクパターンを拡大した形状を有する。そして、図4に明瞭に示すように、第1投影像はマスクパターンをZ軸廻りに+90度回転させた姿勢で形成され、第2投影像はマスクパターンを-90度回転させた姿勢で形成される。すなわち、第1投影像と第2投影像とは互いに同じ形状および同じ大きさを有するが、X方向およびY方向に関して互いに逆向きである。

【0029】

投影光学系PLでは、図5に示すように、照明領域IRから光軸AXpに沿って射出されて第3偏向部材M3により-Z方向に偏向される光線の位置C1と第1結像光学系G1

10

20

30

40

50

の光軸 AX_1 とが一致し、且つ照明領域 IR から光軸 AX_p に沿って射出されて第 6 偏向部材 M_6 により - Z 方向に偏向される光線の位置 C_2 と第 2 結像光学系 G_2 の光軸 AX_2 とが一致している。その結果、第 1 結像領域 ER_1 と第 2 結像領域 ER_2 とは Y 方向に整列して形成される。なお、図 5 において、破線の円 IF_0 は投影光学系 PL の入射側視野を、破線の円 IF_1 , IF_2 は結像光学系 G_1 , G_2 の入射側視野を、破線の円 EF_1 , EF_2 は結像光学系 G_1 , G_2 の射出側視野を示している。

【0030】

分割反射部 10 は、図 6 に示すように、正レンズ群 L_p の焦点位置またはその近傍に配置された複数の第 1 反射部 10a と複数の第 2 反射部 10b とを有する。ここで正レンズ群 L_p の焦点位置とは、マスク M 側から正レンズ群 L_p に平行光線を入れた場合にその平行光線が集光される位置（すなわち後側焦点位置）である。第 1 反射部 10a と第 2 反射部 10b とは、正レンズ群 L_p に向かって凹面状の曲面（例えば球面）に沿って配列され、 Y 方向に沿って交互に設けられている。あるいは、第 1 反射部 10a と第 2 反射部 10b とは、 XY 平面に平行な面に沿って配列され、 Y 方向に沿って交互に設けられている。第 1 反射部 10a は例えば平面状の反射面を有し、その反射面から外側に延びる法線は図 6 中斜め右上に向いている。第 2 反射部 10b は例えば平面状の反射面を有し、その反射面から外側に延びる法線は図 6 中斜め左上に向いている。

【0031】

したがって、正レンズ群 L_p の光軸（ひいては中間結像光学系 GM の光軸） AX_p と平行に第 1 反射部 10a に入射した光は、その反射面によって図 6 中斜め右上に向かって反射される。複数の第 1 反射部 10a により反射された光は、上述の第 1 の光となり、正レンズ群 L_p および第 1 偏向部材 M_1 を経て第 1 中間像 I_1 を形成する。一方、光軸 AX_p と平行に第 2 反射部 10b に入射した光は、その反射面によって図 6 中斜め左上に向かって反射される。複数の第 2 反射部 10b により反射された光は、上述の第 2 の光となり、正レンズ群 L_p および第 4 偏向部材 M_4 を経て第 2 中間像 I_2 を形成する。すなわち、分割反射部 10 において、複数の第 1 反射部 10a は正レンズ群 L_p から入射した光を図 6 中斜め右上の向きに反射して第 1 の光を生成し、複数の第 2 反射部 10b は図 6 中斜め左上の向きに反射して第 2 の光を生成する。

【0032】

なお、分割反射部 10 の複数の反射部 10a , 10b は、正レンズ群 L_p の後側焦点位置またはその近傍（すなわち投影光学系 PL の瞳位置またはその近傍）に配置され、ひいては照明光学系 IL 中のフライアイレンズ 21 の後側焦点位置（すなわち照明光学系 IL の照明瞳の位置）と光学的に共役な位置またはその近傍に配置されている。フライアイレンズ 21 は、図 7 の上側の図に示すように、たとえば縦横に且つ稠密に配列された複数の正屈折力を有するレンズ要素 21a からなる光学素子である。各レンズ要素 21a は、 X 方向に細長い矩形状の照明領域 IR に対応して、同じく X 方向に細長い矩形状の断面形状を有する。各レンズ要素 21a の矩形状の入射面は、波面分割型のオプティカルインテグレータとしてのフライアイレンズ 21 の単位波面分割面を構成している。

【0033】

フライアイレンズ 21 に入射した光束は、複数のレンズ要素 21a により二次元的に分割され、各レンズ要素 21a の後側焦点面（ひいてはフライアイレンズ 21 の後側焦点面）またはその近傍にそれぞれ 1 つの光源 21b を形成する。本実施形態の露光装置では、フライアイレンズ 21 の後側焦点面またはその近傍の照明瞳に形成された複数の光源 21b からなる実質的な面光源を二次光源として、照明光学系 IL の被照射面（投影光学系 PL の物体面）に配置されるマスク M （ひいては投影光学系 PL の像面に配置されるシート SH ）をケーラー照明する。

【0034】

こうして、正レンズ群 L_p の後側焦点位置またはその近傍に配置された分割反射部 10 の複数の反射部 10a , 10b の反射面上には、複数の光源 21b の像が形成される。分割反射部 10 の反射部 10a , 10b における反射効率を高めるには、各反射部 10a ,

10

20

30

40

50

10 bの反射面上にX方向に1列に並んだ複数の光源21bの像が形成されるように構成することが望ましい。換言すれば、照明光学系ILは、分割反射部10の位置と光学的に共役な位置である照明瞳の位置に、複数の第1反射部10aおよび複数の第2反射部10bの配置に対応させて複数の光源21bを形成することが望ましい。また、別の表現をすれば、反射部10a, 10bは、光源21bの反射部10a, 10b上における共役像を包含する大きさの反射領域を有することが望ましい。

【0035】

以下、図8を参照して、本実施形態における走査露光の動作を説明する。図8を参照すると、マスクM上には、例えば表示パネルの回路パターンが形成された矩形状のパターン領域PAが設けられている。本実施形態では、帯状の感光性基板であるシートSHが、移動機構SCの作用により所定の経路に沿って一定の速度で搬送される。そして、シートSH上には、マスクMのパターン領域PAを投影光学系PLの投影倍率で拡大した矩形状のショット領域SR1, SR2が一定の間隔を隔てて順次形成される。

【0036】

図8では、投影光学系PLの第1結像光学系G1を介してマスクMのパターンが転写されるショット領域または転写されたショット領域を参照符号SR1で表し、第2結像光学系G2を介してマスクMのパターンが転写されるショット領域または転写されたショット領域を参照符号SR2で表している。ショット領域SR1とショット領域SR2とは、後述するように、シートSHの長手方向に沿って交互に形成される。シートSHの長手方向に沿った各ショット領域SR1, SR2の寸法はSxであり、互いに隣り合う一対のショット領域SR1とSR2との間隔はGxである。また、図8では、走査露光動作の説明の理解を容易にするために、マスクMのスキャン移動方向であるY方向およびシートSHのスキャン移動方向であるX方向を、図8の紙面上の水平方向に一致させている。

【0037】

本実施形態では、投影光学系PLの第1結像光学系G1の直下を通過するショット領域SR1、すなわち第1直進経路SCaに沿って-X方向へ移動するシートSH上のショット領域SR1に、マスクMのパターンを走査露光(スキャン露光)する。また、第1直進経路SCaにおけるショット領域SR1への走査露光と同時に、投影光学系PLの第2結像光学系G2の直下を通過するショット領域SR2、すなわち第2直進経路SCbに沿って+X方向へ移動するシートSH上のショット領域SR2に、マスクMのパターンを走査露光する。

【0038】

具体的には、一対のショット領域SR1およびSR2への同時走査露光に際して、照明領域IRがパターン領域PAの+Y方向側の端部に位置する始動位置から-Y方向側の端部に達する終了位置まで、パターン領域PAが照明領域IRによって走査されるように、マスクM(ひいてはマスクステージMS)を+Y方向に向かって所要の速度で移動させる。マスクMの+Y方向への移動に同期して、第1結像領域ER1がショット領域SR1の-X方向側の端部に位置する始動位置から+X方向側の端部に達する終了位置まで、ショット領域SR1が第1結像領域ER1によって走査されるように、シートSHが第1直進経路SCaに沿って-X方向へ移動する。

【0039】

また、マスクMの+Y方向へのスキャン移動に同期して、第2結像領域ER2がショット領域SR2の+X方向側の端部に位置する始動位置から-X方向側の端部に達する終了位置まで、ショット領域SR2が第2結像領域ER2によって走査されるように、シートSHが第2直進経路SCbに沿って+X方向へ移動する。すなわち、照明領域IRによるパターン領域PAの走査に同期して、ショット領域SR1への走査露光とショット領域SR2への走査露光とが並列的に且つ同時に行われる。換言すれば、マスクMが+Y方向の向きに移動される期間に、マスクMのパターンの第1投影像および第2投影像がショット領域SR1およびSR2上にそれぞれ形成される。

【0040】

次いで、照明領域 I R がパターン領域 P A の - Y 方向側の端部からパターン領域 P A の + Y 方向側の端部へ移動するように、すなわち照明領域 I R が走査露光の終了位置から始動位置へ戻るように、マスク M を - Y 方向へ巻き戻し移動させる。マスク M の - Y 方向への巻き戻し移動に際して、例えばマスク M の直後の光路中には結像光束を遮るためのシャッター（不図示）が挿入され、結像領域 E R 1 , E R 2 にマスクパターンの投影像が形成されないようにする。あるいは、照明光学系 I L 中のマスクブラインド 2 3 の可変開口部を閉じることにより、結像領域 E R 1 , E R 2 にマスクパターンの投影像が形成されないようにしても良い。

【 0 0 4 1 】

その結果、マスク M が巻き戻し移動する間に、第 1 直進経路 S C a では、走査露光が終了した直後のショット領域 S R 1 に後続するショット領域であってマスクパターンの第 2 投影像の転写用に設定されたショット領域 S R 2 が、走査露光を受けることなく第 1 結像光学系 G 1 の直下を通過する。図 8 では、第 1 直進経路 S C a における走査露光中のショット領域 S R 1 および走査露光後のショット領域 S R 1 を実線で示し、走査露光を受けることなく第 1 結像光学系 G 1 の直下を通過すべきショット領域 S R 2 および走査露光を受けることなく第 1 結像光学系 G 1 の直下を通過したショット領域 S R 2 を破線で示している。

【 0 0 4 2 】

同様に、マスク M が巻き戻し移動する間に、第 2 直進経路 S C b では、走査露光が終了した直後のショット領域 S R 2 に後続するショット領域であってマスクパターンの第 1 投影像が既に転写されたショット領域 S R 1 が、走査露光を受けることなく第 2 結像光学系 G 2 の直下を通過する。図 8 では、第 2 直進経路 S C b における走査露光中のショット領域 S R 2 および走査露光後のショット領域 S R 2 を一点鎖線で示し、走査露光を受けることなく第 2 結像光学系 G 2 の直下を通過すべきショット領域 S R 1 および走査露光を受けることなく第 2 結像光学系 G 2 の直下を通過したショット領域 S R 1 を実線で示している。

【 0 0 4 3 】

マスク M が - Y 方向への巻き戻し移動を終了し、照明領域 I R がパターン領域 P A の + Y 方向側の始動位置に戻ってマスク M の + Y 方向へのスキャン移動が可能になった時点で、マスク M の直後のシャッターが光路から退避し、第 1 結像領域 E R 1 が次に走査露光すべきショット領域 S R 1 の - X 方向側の始動位置に形成され、且つ第 2 結像領域 E R 2 が次に走査露光すべきショット領域 S R 2 の + X 方向側の始動位置に形成される。あるいは、マスク M の巻き戻し移動が終了した時点で、マスクブラインド 2 3 の可変開口部を開けることにより、結像領域 E R 1 , E R 2 が次に走査露光すべきショット領域 S R 1 , S R 2 の始動位置に形成される。

【 0 0 4 4 】

こうして、マスク M の次のスキャン移動に同期して、第 1 結像光学系 G 1 の直下を通過するショット領域 S R 1 への走査露光と第 2 結像光学系 G 2 の直下を通過するショット領域 S R 2 への走査露光とが同時に行われる。そして、マスク M の Y 方向に沿った往復移動（スキャン移動と巻き戻し移動）を複数回に亘って繰り返すことにより、所定の経路に沿って継続的に移動するシート S H 上に、マスク M のパターンが転写されたショット領域 S R 1 とショット領域 S R 2 とが交互に形成される。

【 0 0 4 5 】

すなわち、第 1 結像光学系 G 1 を介してマスクパターンの第 1 投影像が形成されるショット領域 S R 1 と、第 2 結像光学系 G 2 を介してマスクパターンの第 2 投影像が形成されるショット領域 S R 2 とは、帯状のシート S H の長手方向に沿って互いに隣り合っている。図 8 において、第 1 結像領域 E R 1 の中心から第 2 結像領域 E R 2 の中心までの搬送経路に沿った折返し距離は、各ショット領域の X 方向寸法 S_x と間隔 G_x との和 ($S_x + G_x$) の奇数倍になっている。また、X 方向寸法 S_x と間隔 G_x との和 ($S_x + G_x$) は、マスク M がスキャン移動する期間に対応するとともに、マスク M が巻き戻し移動する期間

10

20

30

40

50

に対応している。

【0046】

本実施形態の投影光学系 P L において、中間結像光学系 G M、一群の偏向部材 M 1 ~ M 3、および第 1 結像光学系 G 1 は、マスク M のパターンの第 1 投影像をシート S H 上の第 1 結像領域 E R 1 に形成する第 1 結像系を構成している。第 1 結像系 (G M , M 1 ~ M 3 , G 1) は、照明光学系 I L によってマスク M のパターン領域に形成される照明領域 I R と光学的に共役な第 1 結像領域 E R 1 を、第 1 直進経路 S C a に沿って - X 方向へ移動するシート S H 上に形成する。

【0047】

一方、中間結像光学系 G M、一群の偏向部材 M 4 ~ M 6、および第 2 結像光学系 G 2 は、マスク M のパターンの第 2 投影像を第 1 結像領域 E R 1 から Y 方向に間隔を隔てた第 2 結像領域 E R 2 に形成する第 2 結像系を構成している。第 2 結像系 (G M , M 4 ~ M 6 , G 2) は、照明領域 I R と光学的に共役な第 2 結像領域 E R 2 を、第 1 直進経路 S C a から Y 方向に間隔を隔てた第 2 直進経路 S C b に沿って + X 方向へ移動するシート S H 上に形成する。

【0048】

本実施形態では、帯状のシート S H の第 1 直進経路 S C a 上の部分 (第 1 部分) が - X 方向の向きに移動し、シート S H の第 2 直進経路 S C b 上の部分 (第 2 部分) が + X 方向の向きに移動し、マスク M がシート S H の X 方向の移動に同期して + Y 方向の向きに移動する。シート S H の第 1 直進経路 S C a 上の第 1 部分およびシート S H の第 2 直進経路 S C b 上の第 2 部分には、シート S H の走査方向である X 方向と直交する Y 方向に間隔を隔てて整列した一対の結像領域 E R 1 および E R 2 がそれぞれ形成される。

【0049】

また、図 4 に示すように、マスク M のパターンの第 1 投影像は、マスク M の走査方向である + Y 方向と第 1 直進経路 S C a におけるシート S H の移動方向 (走査方向) である - X 方向とが光学的に対応するように、第 1 直進経路 S C a に沿って移動するシート S H 上の第 1 結像領域 E R 1 に形成される。マスク M のパターンの第 2 投影像は、マスク M の走査方向である + Y 方向と第 2 直進経路 S C b におけるシート S H の移動方向である + X 方向とが光学的に対応するように、第 2 直進経路 S C b に沿って移動するシート S H 上の第 2 結像領域 E R 2 に形成される。

【0050】

こうして、本実施形態の露光装置では、マスク M を + Y 方向へ 1 回スキャン移動させることにより、第 1 直進経路 S C a に沿って - X 方向へ移動するシート S H 上のショット領域 S R 1 への第 1 投影像の走査露光と、第 2 直進経路 S C a に沿って + X 方向へ移動するシート S H 上のショット領域 S R 2 への第 2 投影像の走査露光とを同時に行うことができる。また、マスク M の Y 方向に沿った往復移動を複数回に亘って繰り返すことにより、所定の経路に沿って継続的に移動するシート S H 上に、マスク M のパターンの第 1 投影像が転写された転写されたショット領域 S R 1 と第 2 投影像が転写されたショット領域 S R 2 とを交互に連続形成することができる。すなわち、本実施形態の露光装置では、ロール・ツー・ロールで搬送される帯状のシート S H への走査露光にかかるスループットを向上させることができる。

【0051】

なお、上述の実施形態では、図 2 ~ 図 7 に示す特定の構成を有する投影光学系 P L に基づいて本発明を説明している。しかしながら、投影光学系の構成については、様々な形態が可能である。具体的に、上述の実施形態では、正レンズ群 L p の後側焦点位置またはその近傍に固定的に配置された複数の第 1 反射部 1 0 a と複数の第 2 反射部 1 0 b とを有する分割反射部 1 0 を用いている。しかしながら、これに限定されることなく、分割反射部 1 0 に代えて、図 9 に示すように、二次元的に配列されて個別に姿勢変化可能な複数のミラー要素 1 1 a を有する空間光変調器 1 1 を用いることができる。

【0052】

10

20

30

40

50

空間光変調器 11 は、正レンズ群 Lp の後側焦点位置またはその近傍において二次元的に配列された複数のミラー要素 11a と、複数のミラー要素 11a を保持する基盤 11b と、基盤 11b に接続されたケーブル（不図示）を介して複数のミラー要素 11a の姿勢を個別に駆動する駆動部 11c とを備えている。駆動部 11c は、主制御系 CR からの指令にしたがって、複数のミラー要素 11a の姿勢を個別に制御する。

【0053】

複数のミラー要素 11a は、例えば平面状の反射面を有し、XY 平面に平行な平面に沿って配列されている。あるいは、複数のミラー要素 11a は、正レンズ群 Lp に向かって凹面状の曲面（例えば球面）に沿って配列されている。図 9 の変形例では、ショット領域 SR1 への走査露光とショット領域 SR2 への走査露光とを同時に行う際に、複数のミラー要素 11a の姿勢を図 9 中の部分詳細図 A に示す状態に設定する。

10

【0054】

部分詳細図 A に示す状態では、反射面から外側に延びる法線が図 9 中斜め右上に向くように姿勢制御されたミラー要素 11a a と、反射面から外側に延びる法線が図 9 中斜め左上に向くように姿勢制御されたミラー要素 11a b とが、Y 方向に沿って交互に並ぶように設定されている。したがって、正レンズ群 Lp の光軸 AXp と平行に第 1 反射部としてのミラー要素 11a a に入射した光は、その反射面によって図 9 中斜め右上に向かって反射される。複数のミラー要素 11a a により反射された光は、第 1 の光となり、正レンズ群 Lp および第 1 偏向部材 M1 を経て第 1 中間像 I1 を形成する。一方、光軸 AXp と平行に第 2 反射部としてのミラー要素 11a b に入射した光は、その反射面によって図 9 中斜め左上に向かって反射される。複数のミラー要素 11a b により反射された光は、第 2 の光となり、正レンズ群 Lp および第 4 偏向部材 M4 を経て第 2 中間像 I2 を形成する。

20

【0055】

また、帯状のシート SH への走査露光の開始直後においてショット領域 SR1 への走査露光だけを行う場合、すべてのミラー要素 11a の姿勢を図 9 中の部分詳細図 B に示す状態に設定する。部分詳細図 B に示す状態では、反射面から外側に延びる法線が図 9 中斜め右上に向くように、すべてのミラー要素 11a の姿勢が一律に設定されている。この場合、すべてのミラー要素 11a は、正レンズ群 Lp の光軸 AXp と平行に入射した光を図 9 中斜め右上に向かって反射する第 1 反射部として機能する。したがって、空間光変調器 11 により反射された光は、すべて第 1 の光となり、正レンズ群 Lp および第 1 偏向部材 M1 を経て第 1 中間像 I1 を形成する。

30

【0056】

図示を省略したが、帯状のシート SH への走査露光の終了直前においてショット領域 SR2 への走査露光だけを行う場合、反射面から外側に延びる法線が図 9 中斜め左上に向くように、すべてのミラー要素 11a の姿勢を一律制御する。この場合、すべてのミラー要素 11a は、正レンズ群 Lp の光軸 AXp と平行に入射した光を図 9 中斜め左上に向かって反射する第 2 反射部として機能する。したがって、空間光変調器 11 により反射された光は、すべて第 2 の光となり、正レンズ群 Lp および第 4 偏向部材 M4 を経て第 2 中間像 I2 を形成する。

40

【0057】

図 9 の変形例では、例えばフライアイレンズ 21 の後側焦点面またはその近傍の照明瞳に形成される光強度分布（瞳強度分布）の形状などに応じて、各ミラー要素 11a の姿勢を個別に制御することができ、ひいては使用するミラー要素 11a の選択、ミラー要素 11a からの反射光の配向の選択、ミラー要素 11a からの反射光の光量の分配などを適宜変更することができる。その結果、例えば投影光学系 PL の瞳位置における光強度分布を調整したり、結像領域 ER1、ER2 の形成位置を微調整したり、結像領域 ER1、ER2 での光量分布を調整したり、投影光学系 PL の収差を補正したりすることができる。

【0058】

図 9 の変形例においても、空間光変調器 11 の複数のミラー要素 11a における反射効率を高めるために、各ミラー要素 11a の反射面上に 1 つの光源 21b の像が形成される

50

ように構成することが望ましい。空間光変調器 11 として、たとえば特表平 10 - 503300 号公報およびこれに対応する欧州特許公開第 779530 号公報、特開 2004 - 78136 号公報およびこれに対応する米国特許第 6,900,915 号公報、特表 2006 - 524349 号公報およびこれに対応する米国特許第 7,095,546 号公報、並びに特開 2006 - 113437 号公報に開示される空間光変調器を用いることができる。

【0059】

なお、中間結像光学系 GM は、マスク M のパターン領域からの光が入射するレンズ群として正レンズ群 Lp を備えるものとしたが、このレンズ群は正レンズ群（全体で正の屈折力を有するレンズ群）に限定されず、負レンズ群（全体で負の屈折力を有するレンズ群）とすることができる。例えばこのレンズ群は、分割反射部 10 の複数の第 1 反射部 10a および第 2 反射部 10b が平面に沿って配列される場合や、空間光変調器 11 の複数のミラー要素 11a が平面に沿って配列される場合には、正レンズ群とすることが好ましい。また、例えばそのレンズ群は、複数の第 1 反射部 10a および第 2 反射部 10b、または複数のミラー要素 11a が中間結像光学系 GM に向かって凹状の凹面に沿って配列され、且つ中間結像光学系 GM のうち最も後側焦点位置側のレンズ Lp2（図 9 参照）が凹レンズである場合には、負レンズ群とすることが好ましい。

【0060】

一方、図 10 に示すように、分割反射部 10 に代えて、偏光ビームスプリッター 12a と一对の凹面反射鏡 12b, 12c とからなる分割反射部 12 を用いることができる。分割部としての偏光ビームスプリッター 12a は、正レンズ群 Lp からの光 L1 を P 偏光の透過光（第 1 の光）L11 と S 偏光の反射光（第 2 の光）L12 とに分割する。偏光ビームスプリッター 12a を透過した P 偏光の光 L11 は、正レンズ群 Lp の焦点位置またはその近傍に配置された第 1 凹面反射鏡 12b により反射され、偏光ビームスプリッター 12a に入射する。

【0061】

偏光ビームスプリッター 12a に入射した P 偏光の光 L11 は、偏光ビームスプリッター 12a を透過した後、正レンズ群 Lp および第 1 偏向部材 M1 を経て第 1 中間像 I1 を形成する。一方、偏光ビームスプリッター 12a により反射された S 偏光の光 L12 は、正レンズ群 Lp の焦点位置またはその近傍に配置された第 2 凹面反射鏡 12c により反射され、偏光ビームスプリッター 12a に入射する。偏光ビームスプリッター 12a に入射した S 偏光の光 L12 は、偏光ビームスプリッター 12a により反射された後、正レンズ群 Lp および第 4 偏向部材 M4 を経て第 2 中間像 I2 を形成する。

【0062】

なお、図 10 の構成に代えて、偏光ビームスプリッターを透過した P 偏光の光が第 2 中間像 I2 を形成する第 2 の光となり、偏光ビームスプリッターにより反射された S 偏光の光が第 1 中間像 I1 を形成する第 1 の光となるような構成も可能である。この場合、偏光ビームスプリッターを透過した P 偏光の光は、一方の凹面反射鏡により反射された後、偏光ビームスプリッター、正レンズ群 Lp および第 4 偏向部材 M4 を経て第 2 中間像 I2 を形成する。偏光ビームスプリッターにより反射された S 偏光の光は、他方の凹面反射鏡により反射された後、偏光ビームスプリッター、正レンズ群 Lp および第 1 偏向部材 M1 を経て第 1 中間像 I1 を形成する。

【0063】

また、図 11 に示すように、分割反射部 10 に代えて、反射型回折格子を有する分割反射部 13 を用いることができる。分割反射部 13 は、例えば XY 平面に平行な平面に沿って（あるいは正レンズ群 Lp に向かって凹面状の曲面（例えば球面）に沿って）形成された回折光学面 13a を有する。回折光学面 13a は、正レンズ群 Lp の光軸 AXp に沿って入射した光 Li を反射して、図 11 中斜め左上へ向かう +1 次回折光 L(+1) と、図 12 中斜め右上へ向かう -1 次回折光 L(-1) とを生成し、0 次反射光を実質的に発生させないように設計されている。すなわち、回折光学面 13a は、入射した光のほとんどを +1 次回折光と -1 次回折光とに配分して回折させる位相格子であることが好ましい。

具体的には、回折光学面 13a は、凹凸形状の位相格子であって、凹部と凸部との各反射光の位相差が $\pi/2$ ($= 180^\circ$) の奇数倍であることが好ましい。

【0064】

また、回折光学面 13a は、凹部と凸部とのデューティー比（凹部と凸部との配列方向（図 11 では Y 方向）の幅の比率）が略 50% であることが好ましい。デューティー比を略 50% とすることで、+1 次回折光 L(+1) と -1 次回折光 L(-1) とを効率的に回折させることができる。なお、回折光学面 13a の凹部（または凸部）の配列ピッチ P は、光軸 AXp と -1 次回折光 L(-1)（もしくは +1 次回折光 L(+1)）とがなす角 θ と、回折光学面 13a に入射する光の波長 λ との間で $\sin \theta = \lambda / P$ の関係を満足する。このため、なす角 θ が、光軸 AXp と第 1 の光 L11（もしくは第 2 の光 L12）とのなす角（図 3 参照）と等しくなるように配列ピッチ P を設定するとよい。

10

【0065】

また、上述の実施形態では、第 1 偏向部材 M1 は中間結像光学系 GM と第 1 中間像 I1 の形成位置との間の光路中に配置され、第 2 偏向部材 M2 は第 1 中間像 I1 の形成位置と第 1 結像光学系 G1 との間の光路中に配置され、第 3 偏向部材 M3 は第 2 偏向部材 M2 と第 1 結像光学系 G1 との間の光路中に配置されている。また、第 4 偏向部材 M4 は中間結像光学系 GM と第 2 中間像 I2 の形成位置との間の光路中に配置され、第 5 偏向部材 M5 は第 2 中間像 I2 の形成位置と第 2 結像光学系 G2 との間の光路中に配置され、第 6 偏向部材 M6 は第 5 偏向部材 M5 と第 2 結像光学系 G2 との間の光路中に配置されている。

【0066】

20

そして、第 1 偏向部材 M1 は正レンズ群 Lp からの第 1 の光をマスク M の走査方向である Y 方向へ偏向し、第 2 偏向部材 M2 は第 1 偏向部材 M1 からの光をシート SH の走査方向である X 方向へ偏向し、第 3 偏向部材 M3 は第 2 偏向部材 M2 からの光を中間結像光学系 GM の光軸 AXp に平行な Z 方向へ偏向している。同様に、第 4 偏向部材 M4 は正レンズ群 Lp からの第 2 の光を Y 方向へ偏向し、第 5 偏向部材 M5 は第 4 偏向部材 M4 からの光を X 方向へ偏向し、第 6 偏向部材 M6 は第 5 偏向部材 M5 からの光を Z 方向へ偏向している。

【0067】

さらに、第 4 偏向部材 M4 は第 1 偏向部材 M1 による光の偏向方向（+Y 方向）と逆向き（-Y 方向）に光を偏向し、第 5 偏向部材 M5 は第 2 偏向部材 M2 による光の偏向方向（+X 方向）と同じ向き（+X 方向）に第 4 偏向部材 M4 からの光を偏向し、第 6 偏向部材 M6 は第 3 偏向部材 M3 による光の偏向方向（-Z 方向）と同じ向き（-Z 方向）に第 5 偏向部材 M5 からの光を偏向している。しかしながら、中間結像光学系 GM と第 1 結像光学系 G1 との間の光路中に配置される第 1 群の偏向部材、および中間結像光学系 GM と第 2 結像光学系 G2 との間の光路中に配置される第 2 群の偏向部材の構成については、様々な形態が可能である。

30

【0068】

例えば、正レンズ群 Lp からの第 1 の光をシート SH の走査方向である X 方向へ偏向する第 1 偏向部材と、この第 1 偏向部材からの光をマスク M の走査方向である Y 方向へ偏向する第 2 偏向部材と、この第 2 偏向部材からの光を中間結像光学系 GM の光軸 AXp に平行な Z 方向へ偏向する第 3 偏向部材とにより、第 1 群の偏向部材を構成することもできる。同様に、正レンズ群 Lp からの第 2 の光を X 方向へ偏向する第 4 偏向部材と、この第 4 偏向部材からの光を Y 方向へ偏向する第 5 偏向部材と、この第 5 偏向部材からの光を Z 方向へ偏向する第 6 偏向部材とにより、第 2 群の偏向部材を構成することもできる。

40

【0069】

このように、正レンズ群 Lp からの第 1 の光を Y 方向、X 方向、および Z 方向の順に、あるいは X 方向、Y 方向、および Z 方向の順に偏向するように第 1 群の偏向部材を構成することにより、マスク M のパターン領域上の +Y 方向に光学的に対応する第 1 投影像上の方向を -X 方向に一致させることができる。同様に、正レンズ群 Lp からの第 2 の光を Y 方向、X 方向、および Z 方向の順に、あるいは X 方向、Y 方向、および Z 方向の順に偏向

50

するように第2群の偏向部材を構成することにより、マスクMのパターン領域上の+Y方向に光学的に対応する第2投影像上の方向を+X方向に一致させることができる。

【0070】

すなわち、正レンズ群Lpからの第1の光をX方向、Y方向、およびZ方向へ順次偏向するように第1群の偏向部材を構成し、正レンズ群Lpからの第2の光をX方向、Y方向、およびZ方向へ順次偏向するように第2群の偏向部材を構成することが可能である。ここで、「順次偏向する」とは、上記の記載順に限らず各方向に順次偏向することを意味しており、具体的には、X方向への偏向とY方向への偏向との順番を入れ換えてもよいことを意味している。したがって、第1群の偏向部材においてX方向(Y方向)、Y方向(X方向)、およびZ方向の順に偏向する構成と、第2群の偏向部材においてY方向(X方向)、X方向(Y方向)、およびZ方向の順に偏向する構成とを混在させることもできる。

10

【0071】

また、例えば、第1偏向部材M1と第1中間像I1の形成位置との間の光路中に中間結像光学系GMの一部を構成するレンズを配置し、第4偏向部材M4と第2中間像I2の形成位置との間の光路中に中間結像光学系GMの一部を構成するレンズを配置する構成も可能である。この構成では、中間結像光学系GMの全体ではなく一部が第1結像系と第2結像系とに共通となる。

【0072】

また、上述の実施形態では、照明光学系IL中のマスクブラインド23の作用により、マスクM上に形成される照明領域IRの形状を規定し、ひいてはシートSH上に形成される結像領域ER1、ER2の形状を規定している。しかしながら、マスクブラインド23に代えて、例えば第1中間像I1の形成位置またはその近傍に第1可変視野絞り(不図示)を配置し、第2中間像I2の形成位置またはその近傍に第2可変視野絞り(不図示)を配置する構成も可能である。

20

【0073】

この場合、第1可変視野絞りと第2可変視野絞りとにより、投影光学系PLのマスク側投影視野の形状が規定されることになり、このマスク側投影視野はマスクM上に形成される照明領域IRと必ずしも一致しない。例えば、照明領域IRは、所要のマージン領域を確保してマスク側投影視野を包含する形状に設定される。そして、第1可変視野絞りにより、投影光学系PLのシート側の第1投影視野である第1結像領域ER1が、マスク側投影視野と光学的に共役な領域として規定される。同様に、第2可変視野絞りにより、投影光学系PLのシート側の第2投影視野である第2結像領域ER2が、マスク側投影視野と光学的に共役な領域として規定される。

30

【0074】

また、マスクブラインド23に加えて、例えば第1中間像I1の形成位置またはその近傍に第1可変視野絞りを配置し、第2中間像I2の形成位置またはその近傍に第2可変視野絞りを配置する構成も可能である。第1可変視野絞りおよび第2可変視野絞りを配置する構成では、上述のシャッターの配置が不要になり、第1可変視野絞りおよび第2可変視野絞りの開口部の開閉動作によりシャッター機能を果たすことができる。

【0075】

40

また、上述の実施形態では、マスクMの走査方向(Y方向)とシートSHの走査方向(X方向)とが直交している。しかしながら、マスクの走査方向と基板の走査方向とは直交する必要はなく、投影光学系の構成に応じて様々な形態が可能である。

【0076】

また、上述の実施形態では、第1直進経路SCaと第2直進経路SCbとが互いに平行に設けられ、ひいては帯状のシートSHが第1直進経路SCaに沿って移動する向き(-X方向)と第2直進経路SCbに沿って移動する向き(+X方向)とが反対になっている。しかしながら、第1直進経路と第2直進経路とは厳密に平行である必要はなく、したがって帯状の感光性基板の第1部分の移動方向と第2部分の移動方向とは厳密に反対向きである必要はない。

50

【 0 0 7 7 】

また、上述の実施形態では、可撓性を有する帯状の感光性基板の第 1 部分への走査露光と第 2 部分への走査露光とを同時に行う露光装置に本発明を適用している。しかしながら、これに限定されることなく、第 1 方向に沿って第 1 の向きに移動する第 1 基板への走査露光と、第 1 方向に沿って第 1 の向きとは反対の第 2 の向きに移動する第 2 基板への走査露光とを同時に行う露光装置にも同様に、本発明を適用することができる。この場合、移動機構は、第 2 基板を第 1 基板から第 1 方向と交差する方向に間隔を隔てて第 2 の向きに移動させることになる。なお、第 1 基板および第 2 基板は、可撓性を有する任意形状の基板であっても良いし、可撓性を有しない任意形状の基板であっても良い。

【 0 0 7 8 】

また、上述の実施形態では、拡大倍率を有する投影光学系 P L を搭載した露光装置に本発明を適用している。しかしながら、これに限定されることなく、例えば等倍の投影光学系または縮小倍率を有する投影光学系を備えた露光装置にも同様に本発明を適用することができる。

【 0 0 7 9 】

上述の実施形態の露光装置は、本願特許請求の範囲に挙げられた各構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気的精度、光学的精度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、この組み立ての前後には、各種光学系については光学的精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達成するための調整、各種電気系については電気的精度を達成するための調整が行われる。各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることはいうまでもない。各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

【 0 0 8 0 】

上述の実施形態にかかる露光装置を用いて、半導体デバイス、液晶デバイスなどを製造することができる。図 1 2 は、半導体デバイスの製造工程を示すフローチャートである。図 1 2 に示すように、半導体デバイスの製造工程では、半導体デバイスの基板となるウェハに金属膜を蒸着し（ステップ S 4 0 ）、この蒸着した金属膜上に感光性材料であるフォトレジストを塗布する（ステップ S 4 2 ）。つづいて、上述の実施形態の露光装置を用い、マスク M に形成されたパターンをウェハ上の各ショット領域に転写し（ステップ S 4 4 : 露光工程）、この転写が終了したウェハの現像、つまりパターンが転写されたフォトレジストの現像を行う（ステップ S 4 6 : 現像工程）。

【 0 0 8 1 】

その後、ステップ S 4 6 によってウェハの表面に生成されたレジストパターンをウェハ加工用のマスクとし、ウェハの表面に対してエッチング等の加工を行う（ステップ S 4 8 : 加工工程）。ここで、レジストパターンとは、上述の実施形態の露光装置によって転写されたパターンに対応する形状の凹凸が生成されたフォトレジスト層（転写パターン層）であって、その凹部がフォトレジスト層を貫通しているものである。ステップ S 4 8 では、このレジストパターンを介してウェハの表面の加工を行う。ステップ S 4 8 で行われる加工には、例えばウェハの表面のエッチングまたは金属膜等の成膜の少なくとも一方が含まれる。なお、ステップ S 4 4 では、上述の実施形態の露光装置は、フォトレジストが塗布されたウェハを感光性基板としてパターンの転写を行う。

【 0 0 8 2 】

図 1 3 は、液晶表示素子等の液晶デバイスの製造工程を示すフローチャートである。図 1 3 に示すように、液晶デバイスの製造工程では、パターン形成工程（ステップ S 5 0 ）、カラーフィルタ形成工程（ステップ S 5 2 ）、セル組立工程（ステップ S 5 4 ）およびモジュール組立工程（ステップ S 5 6 ）を順次行う。ステップ S 5 0 のパターン形成工程

では、感光性基板としてフォトレジストが塗布されたガラス基板上に、上述の実施形態の露光装置を用いて回路パターンおよび電極パターン等の所定のパターンを形成する。このパターン形成工程には、上述の実施形態の露光装置を用いてフォトレジスト層にパターンを転写する露光工程と、パターンが転写された感光性基板の現像、つまりガラス基板上のフォトレジスト層の現像を行い、パターンに対応する形状のフォトレジスト層（転写パターン層）を生成する現像工程と、この現像されたフォトレジスト層を介してガラス基板の表面を加工する加工工程とが含まれている。

【 0 0 8 3 】

ステップ S 5 2 のカラーフィルタ形成工程では、R (Red)、G (Green)、B (Blue) に対応する 3 つのドットの組をマトリックス状に多数配列するか、または R、G、B の 3 本のストライプのフィルタの組を水平走査方向に複数配列したカラーフィルタを形成する。ステップ S 5 4 のセル組立工程では、ステップ S 5 0 によって所定パターンが形成されたガラス基板と、ステップ S 5 2 によって形成されたカラーフィルタとを用いて液晶パネル（液晶セル）を組み立てる。具体的には、例えばガラス基板とカラーフィルタとの間に液晶を注入することで液晶パネルを形成する。ステップ S 5 6 のモジュール組立工程では、ステップ S 5 4 によって組み立てられた液晶パネルに対し、この液晶パネルの表示動作を行わせる電気回路およびバックライト等の各種部品を取り付ける。

10

【 0 0 8 4 】

また、本発明は、半導体デバイスまたは液晶デバイス製造用の露光装置への適用に限定されることなく、例えば、プラズマディスプレイ等のディスプレイ装置用の露光装置や、撮像素子（CCD等）、マイクロマシン、薄膜磁気ヘッド、及びDNAチップ等の各種デバイスを製造するための露光装置にも広く適用できる。更に、本発明は、各種デバイスのマスクパターンが形成されたマスク（フォトマスク、レチクル等）をフォトリソグラフィ工程を用いて製造する際の、露光工程（露光装置）にも適用することができる。

20

【 符号の説明 】

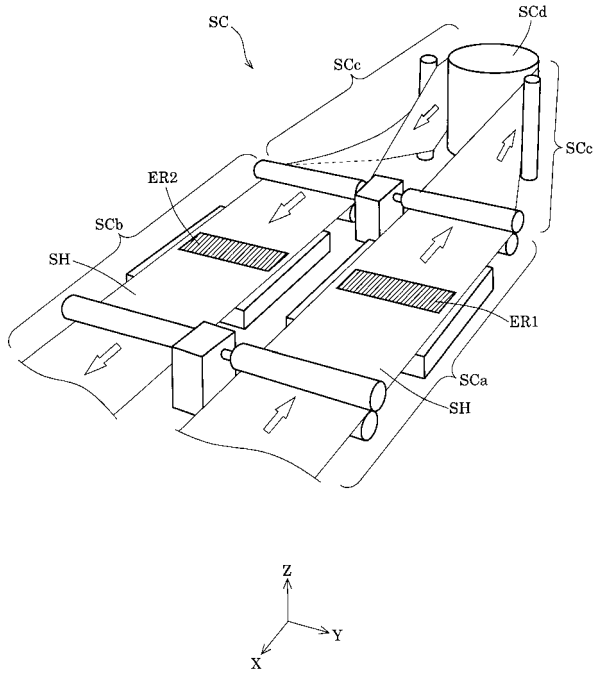
【 0 0 8 5 】

1 0 , 1 1 , 1 2 , 1 3 , 1 4 分割反射部
 2 1 フライアイレンズ
 2 3 マスクブラインド
 L S 光源
 I L 照明光学系
 I R 照明領域
 E R 1 , E R 2 結像領域
 M マスク
 M S マスクステージ
 P L 投影光学系
 G M , G 1 , G 2 結像光学系
 S H 帯状のシート
 S C 移動機構
 D R 駆動系
 C R 主制御系

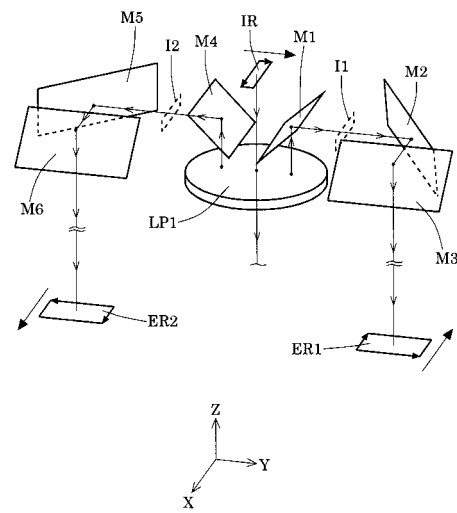
30

40

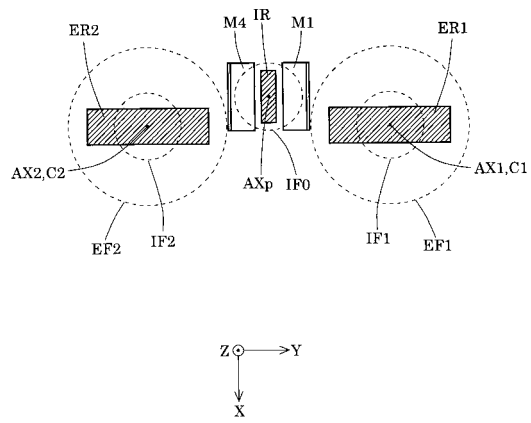
【 図 2 】



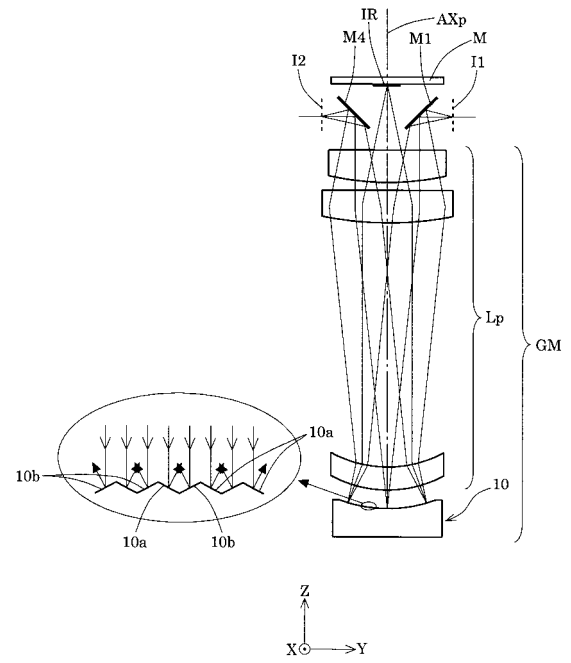
【 図 4 】



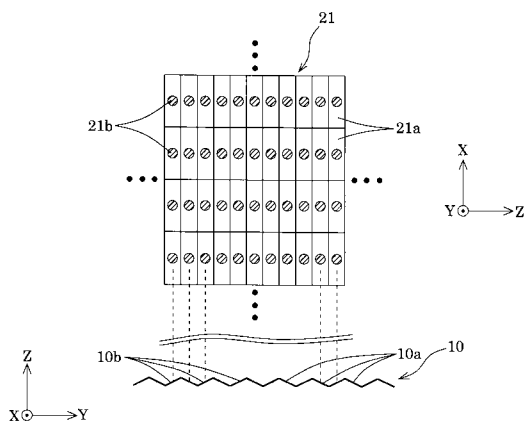
【図 5】



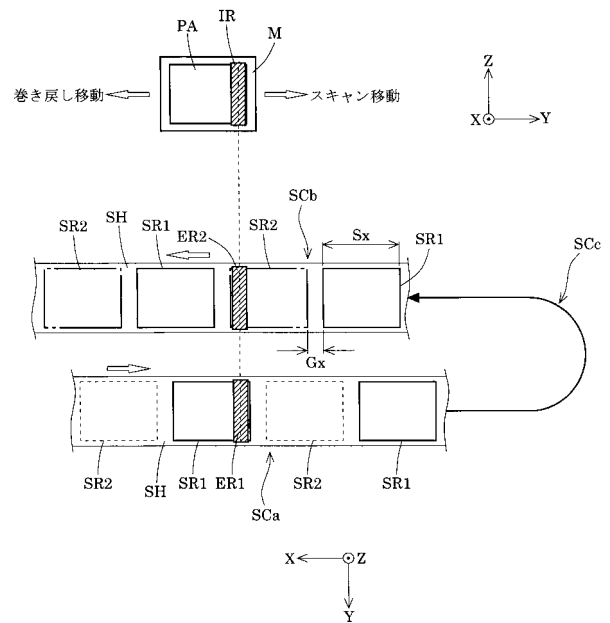
【図 6】



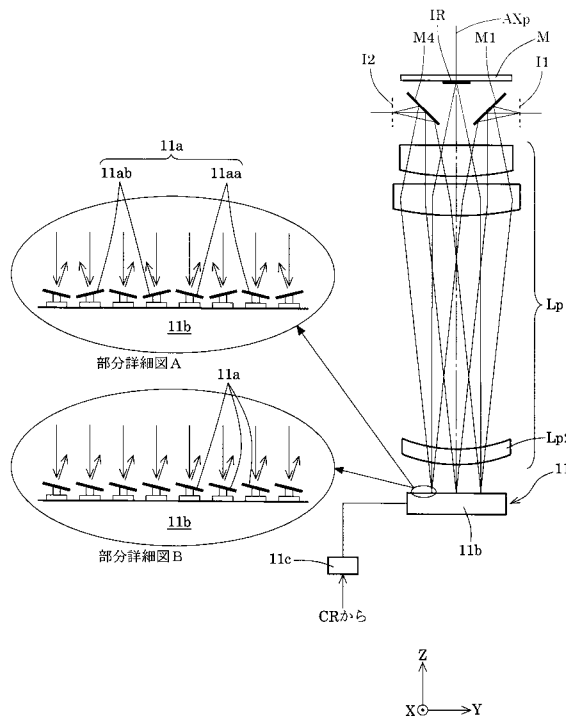
【図 7】



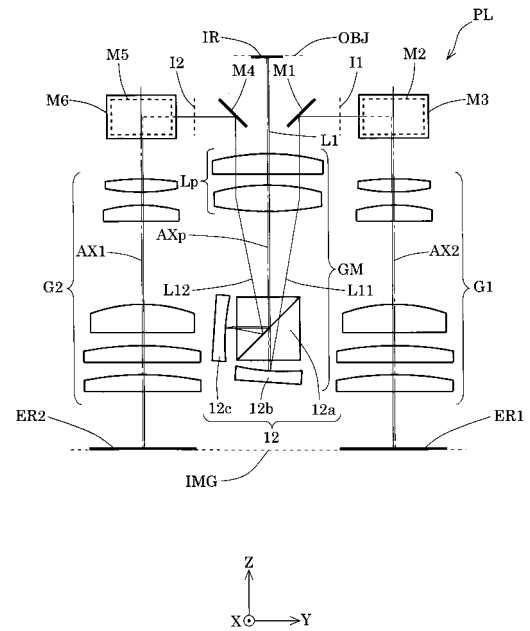
【図 8】



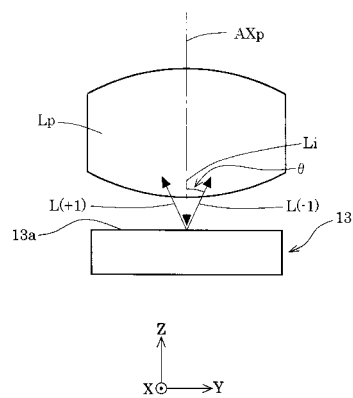
【 図 9 】



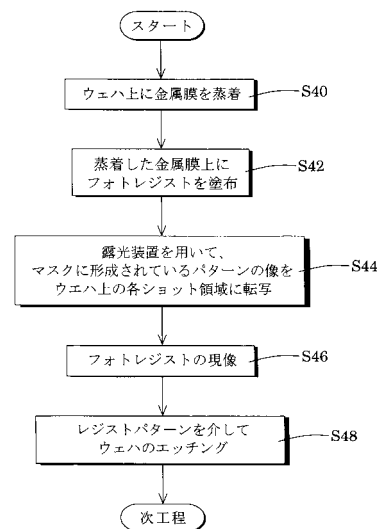
【 図 1 0 】



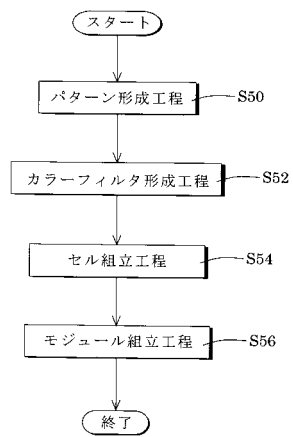
【 図 1 1 】



【圖 12】



【図 13】



フロントページの続き

(56)参考文献 特許第5397748(JP, B2)

特開2007-235041(JP, A)

特開2000-214595(JP, A)

特開2003-218026(JP, A)

特開2010-176121(JP, A)

特開2009-276522(JP, A)

特開2007-114385(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03F 7/20

H01L 21/027