

(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2010-199562
(P2010-199562A)

(43) 公開日 平成22年9月9日(2010.9.9)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
HO 1 L 21/027 (2006.01)	HO 1 L 21/30 5 1 5 D	2 H 0 9 7
GO 3 F 7/20 (2006.01)	GO 3 F 7/20 5 0 1	5 F 0 4 6

審査請求 未請求 請求項の数 35 O L (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2010-6338 (P2010-6338)
 (22) 出願日 平成22年1月15日 (2010.1.15)
 (31) 優先権主張番号 61/202, 409
 (32) 優先日 平成21年2月25日 (2009.2.25)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 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 奈良 圭
 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) 2H097 BA10 GB01 LA11
 5F046 BA05 CB02 CB10 CB12 CB25

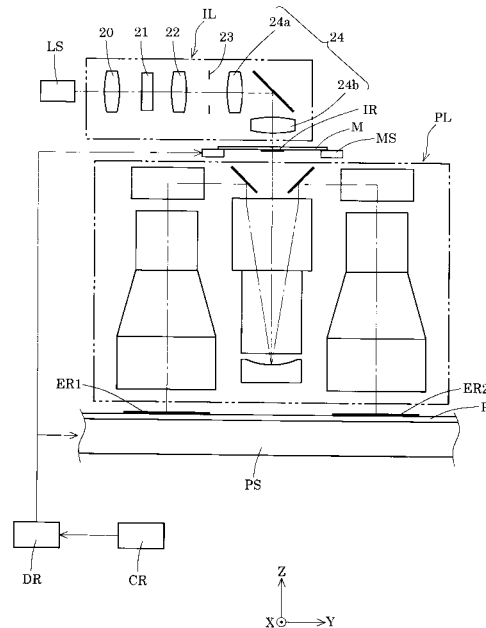
(54) 【発明の名称】 投影光学系、投影方法、露光装置、およびデバイス製造方法

(57) 【要約】

【課題】 走査露光にかかるスループットの向上を達成する。

【解決手段】 本発明の態様にかかる露光装置は、投影光学系 (P L) と、感光性を有する基板 (P) を保持して移動する第 1 ステージ機構 (P S) と、パターンを有する物体 (M) を保持して移動する第 2 ステージ機構 (M S) と、を備える。投影光学系は、物体上の照明領域 (I R) と光学的に共役な第 1 結像領域 (E R 1) を基板上に形成するとともに、照明領域と光学的に共役な第 2 結像領域 (E R 2) を第 1 結像領域から所定方向 (Y 方向) に間隔を隔てて基板上に形成する。

【選択図】 図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 面からの光を受光して該第 1 面の第 1 投影像を第 2 面の第 1 結像領域に形成する第 1 結像系と、

前記第 1 結像系と一部を共有し、前記第 1 面からの光を受光して該第 1 面の第 2 投影像を前記第 1 結像領域から前記第 2 面に沿って少なくとも所定方向に間隔を隔てた第 2 結像領域に形成する第 2 結像系と、を備えることを特徴とする投影光学系。

【請求項 2】

第 1 面に照射された光による該第 1 面上の照明領域と光学的に共役な第 1 結像領域を第 2 面に形成する第 1 結像系と、

前記第 1 結像系と一部を共有し、前記照明領域と光学的に共役な第 2 結像領域を前記第 1 結像領域から少なくとも所定方向に間隔を隔てて前記第 2 面に形成する第 2 結像系と、を備えることを特徴とする投影光学系。

【請求項 3】

前記第 1 結像領域と前記第 2 結像領域とは前記所定方向に整列して設けられることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の投影光学系。

【請求項 4】

前記第 2 面上の前記所定方向に光学的に対応する前記第 1 面上の方向と前記所定方向とは直交していることを特徴とする請求項 1 ~ 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 面に前記所定方向に沿って設けられるラインパターンからの前記光に基づいて前記第 1 結像領域および前記第 2 結像領域に形成されるラインパターン像は、前記所定方向に直交することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の投影光学系。

【請求項 6】

少なくとも一部が前記第 1 結像領域と前記第 2 結像領域とに対して共通に設けられて前記第 1 面の第 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 中間像からの前記光を受光して前記第 1 投影像を形成する第 1 結像光学系と、

前記第 2 中間像からの前記光を受光して前記第 2 投影像を形成する第 2 結像光学系と、を備えることを特徴とする請求項 1 に記載の投影光学系。

【請求項 7】

少なくとも一部が前記第 1 結像領域と前記第 2 結像領域とに対して共通に設けられて前記照明領域の第 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 結像領域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 結像領域とを光学的に共役にする第 2 結像光学系と、を備えることを特徴とする請求項 2 に記載の投影光学系。

【請求項 8】

前記第 1 面から前記第 1 中間像への前記中間結像光学系の結像倍率の大きさは、前記第 1 中間像からの前記第 2 面への前記第 1 結像光学系の結像倍率の大きさより小さいことを特徴とする請求項 6 または 7 に記載の投影光学系。

【請求項 9】

前記第 1 面から前記第 2 中間像への前記中間結像光学系の結像倍率の大きさは、前記第 2 中間像からの前記第 2 面への前記第 2 結像光学系の結像倍率の大きさより小さいことを特徴とする請求項 6 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の投影光学系。

【請求項 10】

前記中間結像光学系は、前記第 1 面からの前記光が入射する正レンズ群と、前記正レンズ群からの前記光を該正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 の光を前記正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 6 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の投影光学系。

【請求項 11】

10

20

30

40

50

前記分割反射部は、前記正レンズ群の焦点位置またはその近傍に配置され、前記正レンズ群から入射した前記光を第 1 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 2 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 10 に記載の投影光学系。

【請求項 12】

前記第 1 反射部と前記第 2 反射部とは、前記所定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 11 に記載の投影光学系。

【請求項 13】

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 11 または 12 に記載の投影光学系。

10

【請求項 14】

前記複数の第 1 反射部および前記複数の第 2 反射部は、前記正レンズ群に向かって凹面状に配列されていることを特徴とする請求項 11 ~ 13 のいずれか 1 項に記載の投影光学系。

【請求項 15】

前記分割反射部は、前記正レンズ群からの前記光を前記第 1 の光と前記第 2 の光とに分割する分割部と、前記正レンズ群の焦点位置またはその近傍に配置され、前記分割部からの前記光を反射して該分割部を介して前記正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 10 に記載の投影光学系。

20

【請求項 16】

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 15 に記載の投影光学系。

【請求項 17】

前記第 1 の光を前記所定方向、該所定方向と交差する交差方向、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 の光を前記所定方向、前記交差方向、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、を備えることを特徴とする請求項 10 ~ 16 のいずれか 1 項に記載の投影光学系。

30

【請求項 18】

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、を備えることを特徴とする請求項 10 ~ 16 のいずれか 1 項に記載の投影光学系。

【請求項 19】

前記第 1 群の偏向部材は、前記第 1 の光を前記所定方向へ偏向する第 1 偏向部材と、該第 1 偏向部材からの前記第 1 の光を前記交差方向へ偏向する第 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 17 または 18 に記載の投影光学系。

40

【請求項 20】

前記第 1 群の偏向部材は、前記第 1 の光を前記交差方向へ偏向する第 1 偏向部材と、該第 1 偏向部材からの前記第 1 の光を前記所定方向へ偏向する第 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 17 または 18 に記載の投影光学系。

【請求項 21】

前記第 2 群の偏向部材は、前記第 2 の光を前記所定方向へ偏向する第 4 偏向部材と、該第 4 偏向部材からの前記第 2 の光を前記交差方向へ偏向する第 5 偏向部材と、該第 5 偏向部

50

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 17 ~ 20 のいずれか 1 項に記載の投影光学系。

【請求項 22】

前記第 2 群の偏向部材は、前記第 2 の光を前記交差方向へ偏向する第 4 偏向部材と、該第 4 偏向部材からの前記第 2 の光を前記所定方向へ偏向する第 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 17 ~ 20 のいずれか 1 項に記載の投影光学系。

【請求項 23】

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 の光の偏向方向と逆向きに前記第 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 19 または 20 に記載の投影光学系。

10

【請求項 24】

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 19 または 20 に記載の投影光学系。

【請求項 25】

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 21 ~ 23 のいずれか 1 項に記載の投影光学系。

20

【請求項 26】

第 1 面からの光を受光して該第 1 面の第 1 投影像を第 2 面の第 1 結像領域に形成するとともに、前記第 1 面の第 2 投影像を前記第 1 結像領域から前記第 2 面に沿って少なくとも所定方向に間隔を隔てた第 2 結像領域に形成することを特徴とする投影方法。

【請求項 27】

第 1 面に照射された光による該第 1 面上の照明領域と光学的に共役な第 1 結像領域を第 2 面に形成するとともに、前記照明領域と光学的に共役な第 2 結像領域を前記第 1 結像領域から少なくとも所定方向に間隔を隔てて前記第 2 面に形成することを特徴とする投影方法。

30

【請求項 28】

前記第 1 結像領域と前記第 2 結像領域とは前記所定方向に整列して設けられることを特徴とする請求項 26 または 27 に記載の投影方法。

【請求項 29】

前記第 2 面上の前記所定方向に光学的に対応する前記第 1 面上の方向を前記所定方向と直交させることを特徴とする請求項 26 ~ 28 のいずれか 1 項に記載の投影方法。

40

【請求項 30】

前記第 1 面に前記所定方向に沿って設けられるラインパターンからの前記光に基づいて、前記所定方向に直交する方向に沿ったラインパターン像を前記第 2 面に形成することを特徴とする請求項 26 ~ 28 のいずれか 1 項に記載の投影方法。

【請求項 31】

請求項 1 ~ 25 のいずれか 1 項に記載の投影光学系と、

感光性を有する基板を保持し、該基板の感光面を前記第 2 面に配置させ、前記所定方向と交差する交差方向へ移動する第 1 ステージ機構と、

パターンを有する物体を保持し、該物体のパターン面を前記第 1 面に配置させる第 2 ステージ機構と、を備えることを特徴とする露光装置。

50

【請求項 3 2】

前記第 2 ステージ機構は、前記第 1 ステージ機構の前記交差方向への移動に同期して前記所定方向へ移動することを特徴とする請求項 3 1 に記載の露光装置。

【請求項 3 3】

前記物体は、二次元的に配列されて個別にオン・オフ制御可能な複数の画素部と、前記複数の画素部の前記オン・オフ制御を行って前記パターンを形成する画素制御部と、を有することを特徴とする請求項 3 1 に記載の露光装置。

【請求項 3 4】

前記画素制御部は、前記第 1 ステージ機構の前記交差方向への移動に同期して前記オン・オフ制御を行って前記パターンを変化させることを特徴とする請求項 3 3 に記載の露光装置。

10

【請求項 3 5】

請求項 3 1 ~ 3 4 のいずれか 1 項に記載の露光装置を用いて、前記パターンを前記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。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は、例えば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用いられる投影光学系に関する。

【背景技術】

【0002】

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パターンングすることにより製造される。このフォトリソグラフィ工程においてマスクのパターンをプレートに投影露光する装置として、走査型の露光装置が使用される（例えば、特許文献 1 を参照）。この種の露光装置では、マスク上の 1 つのパターン領域をプレート上の 1 つの区画領域へ走査露光する動作を繰り返している。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】米国特許出願公開第 2008 / 0165333 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

近年、液晶表示パネルの大型化に伴って感光性基板としてのプレートも大型化する傾向があり、基板の大型化の影響を受けることなく走査露光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。

40

【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、例えば走査型の露光装置に適用して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投影光学系、投影方法、露光装置、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、第 1 面からの光を受光して該第 1 面の第 1 投影像を第 2 面の第 1 結像領域に形成する第 1 結像系と、

前記第 1 結像系と一部を共有し、前記第 1 面からの光を受光して該第 1 面の第 2 投影像を前記第 1 結像領域から前記第 2 面に沿って少なくとも所定方向に間隔を隔てた第 2 結像

50

領域に形成する第2結像系と、を備える投影光学系が提供される。

【0007】

また、本発明の第2の態様に従えば、第1面に照射された光による該第1面上の照明領域と光学的に共役な第1結像領域を第2面に形成する第1結像系と、

前記第1結像系と一部を共有し、前記照明領域と光学的に共役な第2結像領域を前記第1結像領域から少なくとも所定方向に間隔を隔てて前記第2面に形成する第2結像系と、を備える投影光学系が提供される。

【0008】

本発明の第3の態様に従えば、第1面からの光を受光して該第1面の第1投影像を第2面の第1結像領域に形成するとともに、前記第1面の第2投影像を前記第1結像領域から前記第2面に沿って少なくとも所定方向に間隔を隔てた第2結像領域に形成する投影方法が提供される。

10

【0009】

また、本発明の第4の態様に従えば、第1面に照射された光による該第1面上の照明領域と光学的に共役な第1結像領域を第2面に形成するとともに、前記照明領域と光学的に共役な第2結像領域を前記第1結像領域から少なくとも所定方向に間隔を隔てて前記第2面に形成する投影方法が提供される。

【0010】

本発明の第5の態様に従えば、本発明の第1の態様または第2の態様にかかる投影光学系と、

20

感光性を有する基板を保持し、該基板の感光面を前記第2面に配置させ、前記所定方向と交差する交差方向へ移動する第1ステージ機構と、

パターンを有する物体を保持し、該物体のパターン面を前記第1面に配置させる第2ステージ機構と、を備える露光装置が提供される。

【0011】

本発明の第6の態様に従えば、本発明の第5の態様にかかる露光装置を用いて、前記パターンを前記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、

30

を含むデバイス製造方法が提供される。

【発明の効果】

【0012】

本発明の態様にかかる投影光学系を走査型の露光装置に適用した場合、例えばマスクのパターンの第1投影像が第1結像領域に形成され、パターンの第2投影像が第1結像領域から感光性基板の走査方向と交差する方向に間隔を隔てた第2結像領域に形成される。別の表現をすれば、基板の走査方向と交差する方向に間隔を隔てた一对の結像領域、すなわち基板の走査方向に対して並列した一对の結像領域が形成される。その結果、本発明の態様にかかる投影光学系を備えた露光装置では、1つのパターン領域のパターンを、基板上において間隔を隔てた一对の区画領域へ同時に走査露光することができ、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。

40

【図面の簡単な説明】

【0013】

【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】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】一群の偏向部材の作用を説明する図である。

【図4】第1結像領域と第2結像領域とが位置ずれして形成される様子を示す図である。

【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

50

図である。

【図 8】プレート上のショット領域に対する走査露光の動作を説明する第 1 の図である。

【図 9】プレート上のショット領域に対する走査露光の動作を説明する第 2 の図である。

【図 10】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 11】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 12】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 13】位置ずれした一对の結像領域を用いてプレート上のショット領域に対する走査露光の動作を説明する図である。

【図 14】マスク上に一列に形成された複数のパターン領域をプレート上に 2 列に並んだ複数の区画領域へ転写する様子を示す図である。

10

【図 15】デバイスサイズに合わせて一对の結像領域の寸法および間隔を変化させる様子を示す図である。

【図 16】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 17】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】

【0014】

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 およびプレート P を相対移動させつつマスク M のパターンをプレート P に投影露光（転写）する走査型の露光装置に対して本発明を適用している。図 1

20

【0015】

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、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プレート P 上に形成する投影光学系 PL と、プレート P を保持して移動する基板ステージ PS と、マスクステージ MS および基板ステージ PS を駆動するステージ駆動系 DR と、ステージ駆動系 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。プレート P は、液晶表示素子製造用のフォトリソ（感光材料）が塗布された矩形状で平板状のガラスプレートである。

30

【0016】

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、超高圧水銀ランプの射出光から選択された i 線（波長 365 nm）の光、YAG レーザの 3 倍高調波（波長 355 nm）よりなるパルス光、KrF エキシマレーザ光（波長 248 nm）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。

。

【0017】

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（第 1 投影領域）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（第 2 投影領域）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、パターンの第 1 投影像が形成された第 1 結像領域 ER1 およびパターンの第 2 投影像が形成された第 2 結像領域 ER2 を、プレート P 上において Y 方向に間隔を隔てて形成する。

40

【0018】

投影光学系 PL は、マスク M 側およびプレート P 側にテレセントリックであり、マスク

50

M側からプレートP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、説明の理解を容易にするために、照明領域IRはX方向に沿って細長く延びる矩形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ER1および第2結像領域ER2は、照明領域IR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形状の領域になる。ただし、照明領域IRの形状、ひいては結像領域ER1, ER2の形状は、照明光学系IL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。

【0019】

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MS上に吸着保持されている。マスクステージMS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MS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CRに供給する。主制御系CRは、その計測値に基づいて、ステージ駆動系DRを介して、マスクステージMS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

【0020】

プレートPは、基板ホルダ(不図示)を介して、基板ステージPS上に吸着保持されている。基板ステージPSには、周知の構成を有する基板側レーザ干渉計(不図示)が配置されている。基板側レーザ干渉計は、基板ステージPS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CRに供給する。主制御系CRは、その計測値に基づいて、ステージ駆動系DRを介して、基板ステージPSの走査方向としてのX方向および速度、Y方向の位置、並びにZ軸廻りの回転角を制御する。走査露光時には、マスクステージMSがY方向に速度V'で駆動されるのに同期して、基板ステージPSはX方向に速度Vで駆動される。

20

【0021】

図2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2を参照すると、投影光学系PLは、マスクMのパターン領域において照明領域IRにより照明されたパターンの第1中間像I1および第2中間像I2を形成する中間結像光学系GMと、第1中間像I1からの光に基づいてプレートP上の第1結像領域ER1にパターンの第1投影像を形成する第1結像光学系G1と、第2中間像I2からの光に基づいてプレートP上の第2結像領域ER2にパターンの第2投影像を形成する第2結像光学系G2とを有する。

30

【0022】

すなわち、中間結像光学系GMは、マスクMのパターン領域の位置と第1中間像I1の形成位置および第2中間像I2の形成位置とを光学的に共役にしている。第1結像光学系G1は、第1中間像I1の形成位置と第1結像領域ER1の位置とを光学的に共役にしている。第2結像光学系G2は、第2中間像I2の形成位置と第2結像領域ER2の位置とを光学的に共役にしている。

【0023】

マスクMは、そのパターン領域が投影光学系PLの物体面OBJにほぼ一致するようにマスクステージMS上に配置される。プレートP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に基板ステージPS上に配置される。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。

40

【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

50

向部材 M 1、第 2 偏向部材 M 2、および第 3 偏向部材 M 3 が配置されている。中間結像光学系 G M と第 2 結像光学系 G 2 との間の光路中には、光の入射順に、第 4 偏向部材 M 4、第 5 偏向部材 M 5、および第 6 偏向部材 M 6 が配置されている。偏向部材 M 1 ~ M 6 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 P L の構成の理解を容易にするために、照明領域 I R から光軸 A X p に沿って射出される光 L 1 に着目して、偏向部材 M 1 ~ M 6 の作用を説明する。

【 0 0 2 5 】

図 2 を参照すると、照明領域 I R から光軸 A X p に沿って射出された光 L 1 は、正レンズ群 L p を経て分割反射部 1 0 により反射され、図 2 の紙面において斜め左上の向き（第 1 の向き）に進む第 1 の光 L 1 1 と斜め右上の向き（第 2 の向き）に進む第 2 の光 L 1 2 とに分割される。分割反射部 1 0 により反射された第 1 の光 L 1 1 は、正レンズ群 L p を経た後に + Z 方向に沿って偏向部材 M 1 に入射し、偏向部材 M 1 により - Y 方向に偏向される。

10

【 0 0 2 6 】

偏向部材 M 1 により - Y 方向に偏向された第 1 の光 L 1 1 は、第 1 中間像 I 1 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 I 1 から - Y 方向に沿って進む第 1 の光は、図 3 に示すように、偏向部材 M 2 により + X 方向に偏向され、偏向部材 M 3 により - Z 方向に偏向された後、第 1 結像光学系 G 1 を介して、プレート P 上の第 1 結像領域 E R 1 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 E R 1 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 3 では、正レンズ群 L p

20

【 0 0 2 7 】

一方、分割反射部 1 0 により反射された第 2 の光 L 1 2 は、正レンズ群 L p を経た後に + Z 方向に沿って偏向部材 M 4 に入射し、偏向部材 M 4 により + Y 方向に偏向される。偏向部材 M 4 により + Y 方向に偏向された第 2 の光 L 1 2 は、第 2 中間像 I 2 として、第 1 中間像 I 1 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 I 2 から + Y 方向に沿って進む第 2 の光は、図 3 に示すように、偏向部材 M 5 により - X 方向に偏向され、偏向部材 M 6 により - Z 方向に偏向された後、第 2 結像光学系 G 2 を介して、プレート P 上の第 2 結像領域 E R 2 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 E R 2 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。

30

【 0 0 2 8 】

第 1 投影像および第 2 投影像は、投影光学系 P L の投影倍率 でマスクパターンを拡大した形状を有し、図 3 に明瞭に示すように、Z 軸廻りに - 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。そして、マスク M 上のパターンのうち Y 方向（X 方向）に沿って設けられたラインパターンからの光に基づいて、X 方向（Y 方向）に沿ったラインパターン像がプレート P 上に形成される。

【 0 0 2 9 】

ここで、図 4 に示すように、照明領域 I R から光軸 A X p に沿って射出されて第 3 偏向部材 M 3 により - Z 方向に偏向される光線の位置 C 1 と第 1 結像光学系 G 1 の光軸 A X 1 とを一致させ、且つ照明領域 I R から光軸 A X 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 A X 2 とを一致させると、第 1 結像領域 E R 1 と第 2 結像領域 E R 2 とは Y 方向に整列することなく X 方向に沿って互いに位置ずれして形成される。

40

【 0 0 3 0 】

ただし、図 5 に示すように、光線の位置 C 1 よりも - X 方向側に所定距離 D だけ離れた位置に第 1 結像光学系 G 1 の光軸 A X 1 を設定し、且つ光線の位置 C 2 よりも + X 方向側に所定距離 D だけ離れた位置に第 2 結像光学系 G 2 の光軸 A X 2 を設定することにより、第 1 結像領域 E R 1 と第 2 結像領域 E R 2 とを Y 方向に整列させることができる。なお、図 4 および図 5 において、破線の円 I F 0 は投影光学系 P L の入射側視野を、破線の円 I

50

F 1 , I F 2 は結像光学系 G 1 , G 2 の入射側視野を、破線の円 E F 1 , E F 2 は結像光学系 G 1 , G 2 の射出側視野を示している。

【 0 0 3 1 】

以下、走査露光の説明の理解を容易にするために、本実施形態では、図 5 に示す構成にしたがって、第 1 結像領域 E R 1 と第 2 結像領域 E R 2 とが Y 方向に整列して形成されるものとする。また、矩形形状の第 1 結像領域 E R 1 と矩形形状の第 2 結像領域 E R 2 との Y 方向に沿った間隔は、各結像領域 E R 1 , E R 2 の長辺の長さ (Y 方向に沿った寸法) と一致しているものとする。

【 0 0 3 2 】

分割反射部 1 0 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 1 0 a と複数の第 2 反射部 1 0 b とを有する。第 1 反射部 1 0 a と第 2 反射部 1 0 b 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 1 0 a と第 2 反射部 1 0 b とは、X Y 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 1 0 a 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。第 2 反射部 1 0 b 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。

【 0 0 3 3 】

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 G M の光軸) A X p と平行に第 1 反射部 1 0 a 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 1 反射部 1 0 a 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 A X p と平行に第 2 反射部 1 0 b 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 2 反射部 1 0 b 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 1 0 において、複数の第 1 反射部 1 0 a は正レンズ群 L p から入射した光を第 1 の向き (図 6 中斜め左上の向き) に反射して第 1 の光を生成し、複数の第 2 反射部 1 0 b は第 2 の向き (図 6 中斜め右上の向き) に反射して第 2 の光を生成する。

【 0 0 3 4 】

なお、分割反射部 1 0 の複数の反射部 1 0 a , 1 0 b は、正レンズ群 L p の焦点位置またはその近傍 (すなわち投影光学系 P L 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 I L 中のフライアイレンズ 2 1 の後側焦点位置 (すなわち照明光学系 I L 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 2 1 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 2 1 a からなる光学素子である。各レンズ要素 2 1 a は、X 方向に細長い矩形形状の照明領域 I R に対応して、同じく X 方向に細長い矩形形状の断面形状を有する。各レンズ要素 2 1 a の矩形形状の入射面は、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 2 1 の単位波面分割面を構成している。

【 0 0 3 5 】

フライアイレンズ 2 1 に入射した光束は、複数のレンズ要素 2 1 a により二次元的に分割され、各レンズ要素 2 1 a の後側焦点面 (ひいてはフライアイレンズ 2 1 の後側焦点面) またはその近傍にそれぞれ 1 つの光源 2 1 b 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 2 1 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 2 1 b からなる実質的な面光源を二次光源として、照明光学系 I L の被照射面 (投影光学系 P L の物体面) に配置されるマスク M (ひいては投影光学系 P L の像面に配置されるプレート P) をケラー照明する。

【 0 0 3 6 】

こうして、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分割反射部 1 0 の複数の反射部 1 0 a , 1 0 b の反射面上には、複数の光源 2 1 b の像が形成される。分割反射部 1 0 の反射部 1 0 a , 1 0 b における反射効率を高めるには、各反射部 1 0 a , 1 0

10

20

30

40

50

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。なお、上述した投影光学系PLの瞳位置とは、投影光学系PLの射出瞳(入射瞳)と共役な位置に相当し、上述した照明光学系ILの照明瞳の位置とは、照明光学系ILの射出瞳(入射瞳)と共役な位置に相当する。

【0037】

以下、図8および図9を参照して、プレートP(図9では不図示)上のショット領域SRに対する走査露光の動作を説明する。図8および図9では、走査露光動作の一例として、マスクM上の第1パターン領域PA1のパターンをプレートP上のショット領域SR内の第1区画領域SR1に走査露光し、第2パターン領域PA2のパターンを第2区画領域SR2および第4区画領域SR4に同時に走査露光し、第2パターン領域PA2のパターンを第3区画領域SR3および第5区画領域SR5に同時に走査露光し、第3パターン領域PA3のパターンを第6区画領域SR6に走査露光する例を示している。

【0038】

図8を参照すると、マスクM上には、Y方向に沿って細長く伸びる3つの矩形形状のパターン領域PA1~PA3が設けられている。第1パターン領域PA1および第3パターン領域PA3には、例えば液晶表示パネルの周辺部(ドライブ回路など)に対応するパターンが形成されている。また、第2パターン領域PA2には、例えば液晶表示パネルの画素に対応するパターンが形成されている。

【0039】

図9を参照すると、プレートP上のショット領域SRは、X方向に沿って細長く伸びる6つの矩形形状の区画領域SR1~SR6に仮想的に区分される。ここで、第1区画領域SR1および第6区画領域SR6は、周辺部に対応するパターンが形成されるべき露光領域である。また、第2区画領域SR2~第5区画領域SR5は、表示部の画素に対応する繰り返しパターンが形成されるべき露光領域である。

【0040】

本実施形態では、矩形形状の照明領域IRの+X方向側の辺を矩形形状の第1パターン領域PA1の+X方向側の辺にほぼ一致させた状態で、照明領域IRが第1パターン領域PA1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、図8中の矢印F11にしたがって第1パターン領域PA1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。

【0041】

マスクMの+Y方向への移動に同期して、矩形形状の第1結像領域ER1の+Y方向側の辺を矩形形状の第1区画領域SR1の+Y方向側の辺にほぼ一致させた状態で、第1結像領域ER1が第1区画領域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、図9中の矢印F21にしたがって第1区画領域SR1が第1結像領域ER1によって走査されるように、プレートP(ひいては基板ステージPS)を-X方向に向かって所要の速度で移動させる。このとき、例えば第2中間像I2の形成位置またはその近傍の光路中に第2シャッター(不図示)を挿入して結像光束を遮ることにより、第2結像領域ER2(図9中では破線で図示)が第3区画領域SR3上に形成されないようにすることが必要である。こうして、第1パターン領域PA1のパターンが第1区画領域SR1に転写される。

【0042】

次いで、照明領域IRが第1パターン領域PA1の-Y方向側の端部から第2パターン領域PA2の-Y方向側の端部へ移動するように、マスクMを-X方向へステップ移動させる。また、第1結像領域ER1が第1区画領域SR1の+X方向側の端部から第2区画

10

20

30

40

50

領域SR2の+X方向側の端部へ移動するように、プレートPを-Y方向へステップ移動させる。さらに、光路から第2シャッターを退避させることにより、第4区画領域SR4の+X方向側の端部に矩形状の第2結像領域ER2を形成する。そして、照明領域IRのX方向側の両辺を第2パターン領域PA2のY方向側の両辺にほぼ一致させた状態で、第2パターン領域PA2の-Y方向側端部の始動位置から+Y方向側端部の終了位置まで、図8中の矢印F12にしたがって第2パターン領域PA2が照明領域IRによって走査されるように、マスクMを-Y方向に向かって所要の速度で移動させる。

【0043】

マスクMの-Y方向への移動に同期して、第1結像領域ER1のY方向側の両辺を第2区画領域SR2のY方向側の両辺にほぼ一致させ、ひいては第2結像領域ER2のY方向側の両辺を第4区画領域SR4のY方向側の両辺にほぼ一致させた状態で、区画領域SR2, SR4の+X方向側端部の始動位置から-X方向側端部の終了位置まで、図9中の矢印F22にしたがって第2区画領域SR2が第1結像領域ER1によって走査され且つ第4区画領域SR4が第2結像領域ER2によって走査されるように、プレートPを+X方向に向かって所要の速度で移動させる。こうして、第2パターン領域PA2のパターンが、Y方向に間隔を隔てた2つの区画領域、すなわち第2区画領域SR2および第4区画領域SR4に同時に転写される。

10

【0044】

次いで、第1結像領域ER1が第2区画領域SR2の+X方向側の端部から第3区画領域SR3の+X方向側の端部へ移動し且つ第2結像領域ER2が第4区画領域SR4の+X方向側の端部から第5区画領域SR5の+X方向側の端部へ移動するように、プレートPを-Y方向へステップ移動させる。ただし、第2区画領域SR2および第4区画領域SR4への走査終了時には、照明領域IRは第2パターン領域PA2の+Y方向側の端部に位置しているので、マスクMをステップ移動させる必要はない。こうして、第2区画領域SR2および第4区画領域SR4への走査終了時の状態で、第2パターン領域PA2の+Y方向側端部の始動位置から-Y方向側端部の終了位置まで、図8中の矢印F13にしたがって第2パターン領域PA2が照明領域IRによって走査されるように、マスクMを+Y方向に向かって所要の速度で移動させる。

20

【0045】

マスクMの+Y方向への移動に同期して、第1結像領域ER1のY方向側の両辺を第3区画領域SR3のY方向側の両辺にほぼ一致させ、ひいては第2結像領域ER2のY方向側の両辺を第5区画領域SR5のY方向側の両辺にほぼ一致させた状態で、区画領域SR3, SR5の-X方向側端部の始動位置から+X方向側端部の終了位置まで、図9中の矢印F23にしたがって第3区画領域SR3が第1結像領域ER1によって走査され且つ第5区画領域SR5が第2結像領域ER2によって走査されるように、プレートPを-X方向に向かって所要の速度で移動させる。こうして、第2パターン領域PA2のパターンが、Y方向に間隔を隔てた第3区画領域SR3および第5区画領域SR5に同時に転写される。

30

【0046】

最後に、照明領域IRが第2パターン領域PA2の-Y方向側の端部から第3パターン領域PA3の-Y方向側の端部へ移動するように、マスクMを-X方向へステップ移動させる。また、第2結像領域ER2が第5区画領域SR5の+X方向側の端部から第6区画領域SR6の+X方向側の端部へ移動するように、プレートPを-Y方向へステップ移動させる。さらに、第3区画領域SR3および第5区画領域SR5への走査露光の終了時に、例えば第1中間像I1の形成位置またはその近傍の光路中に第1シャッター(不図示)を挿入して結像光束を遮ることにより、第4区画領域SR4上に第1結像領域ER1(図9中では破線で図示)が形成されないようにする。

40

【0047】

そして、照明領域IRの-X方向側の辺を第3パターン領域PA3の-X方向側の辺にほぼ一致させた状態で、第3パターン領域PA3の-Y方向側端部の始動位置から+Y方

50

向側端部の終了位置まで、図8中の矢印F14に沿って第3パターン領域PA3が照明領域IRによって走査されるように、マスクM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2結像領域ER1の-Y方向側の辺を第6区画領域SR6の-Y方向側の辺にほぼ一致させた状態で、第6区画領域SR6の+X方向側端部の始動位置から-X方向側端部の終了位置まで、図9中の矢印F24にしたがって第6区画領域SR6が第2結像領域ER2によって走査されるように、プレートPを+X方向に向かって所要の速度で移動させる。こうして、第3パターン領域PA3のパターンが第6区画領域SR6に転写され、プレートPのショット領域SRへの走査露光シーケンスが終了する。

【0048】

本実施形態の投影光学系PLにおいて、中間結像光学系GM、一群の偏向部材M1~M3、および第1結像光学系G1は、マスクMのパターンの第1投影像をプレートP上の第1結像領域ER1に形成する第1結像系を構成している。中間結像光学系GM、一群の偏向部材M4~M6、および第2結像光学系G2は、マスクMのパターンの第2投影像をプレートP上において第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に形成する第2結像系を構成している。

【0049】

すなわち、中間結像光学系GMは、第1結像系(GM, M1~M3, G1)と第2結像系(GM, M4~M6, G2)とに共通である。そして、第1結像系(GM, M1~M3, G1)は、照明光学系IL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IRと光学的に共役な第1結像領域ER1をプレートP上に形成する。第2結像系(GM, M4~M6, G2)は、照明領域IRと光学的に共役な第2結像領域ER2を第1結像領域ER1からY方向に間隔を隔ててプレートP上に形成する。

【0050】

すなわち、本実施形態の投影光学系PLは、マスクMのパターン面(第1面)からの光を受光してパターンの第1投影像を、プレートP上の感光面(第2面)の第1結像領域ER1に形成するとともに、パターンの第2投影像を第1結像領域ERから感光面に沿ってY方向に間隔を隔てた第2結像領域ER2に形成する。別の表現をすると、本実施形態の投影光学系PLは、照明光学系ILから照射された光によりマスクMのパターン面に形成された照明領域IRと光学的に共役な第1結像領域ER1をプレートP上の感光面に形成するとともに、照明領域IRと光学的に共役な第2結像領域ER2を第1結像領域ER1からY方向に間隔を隔ててプレートP上の感光面に形成する。

【0051】

このように、本実施形態では、プレートP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对の結像領域、すなわちプレートPの走査方向であるX方向に対して並列した一对の結像領域ER1, ER2が形成される。その結果、本実施形態の露光装置では、マスクM上の1つのパターン領域のパターンを、プレートP上のショット領域SRにおいてY方向に間隔を隔てた一对の区画領域へ同時に走査露光することができ、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。

【0052】

また、本実施形態では、投影光学系PLの上述の構成に基づいて、マスクMのパターンの拡大像である第1投影像および第2投影像を、投影光学系PLの光軸(Ax_p, Ax₁, Ax₂)に平行なZ軸を中心として-90度回転させた姿勢で形成する。すなわち、投影光学系PLは、マスクM上のパターンのうちY方向(X方向)に沿って設けられたラインパターンからの光に基づいて、X方向(Y方向)に沿ったラインパターン像をプレートP上に形成する。

【0053】

このように、投影光学系PLは、マスクM上のX方向(Y方向)とプレートP上のY方向(X方向)とが光学的に対応するようにマスクMのパターンの投影像をプレートP上に形成する。換言すると、投影光学系PLは、マスクMのパターン領域上のX方向(Y方向

10

20

30

40

50

）に光学的に対応する投影像上の方向を Y 方向（X 方向）に一致させる。ここで、「光学的に対応する方向」とは、パターン領域上のパターンとその共役像である投影像との関係において互に対応する方向である。したがって、マスク M を保持するマスクステージ M S とプレート P を保持する基板ステージ P S とを互いに直交する方向に移動させつつ、マスク M のパターンをプレート P 上のショット領域 S R へ走査露光（転写）することになる。換言すれば、マスク M（ひいてはマスクステージ M S）の走査方向とプレート P（ひいては基板ステージ P S）の走査方向とが互いに直交する。

【0054】

本実施形態では、マスクステージ M S と基板ステージ P S とを互いに直交する方向に移動させつつ走査露光を行うので、大型化したプレート P を保持して移動する基板ステージ P S の加減速時に生じ得る移動方向（走査方向）の振動が大きくなっても、その振動の方向とマスクステージ M S の移動方向（走査方向）とが交差しているため、基板ステージ P S の移動（走査）に伴う振動とマスクステージ M S の移動（走査）に伴う振動との相互干渉を小さく抑えて、各ステージの制御精度を向上させることができる。この結果、本実施形態の露光装置では、走査露光時の基板ステージ P S とマスクステージ M S との同期精度を向上させることができ、マスク M のパターンをプレート P に正確に転写することができる。

【0055】

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 1 0 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。

【0056】

空間光変調器 1 1 は、正レンズ群 L p の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 1 1 a と、複数のミラー要素 1 1 a を保持する基盤 1 1 b と、基盤 1 1 b 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 1 1 a の姿勢を個別に駆動する駆動部 1 1 c とを備えている。駆動部 1 1 c は、主制御系 C R からの指令にしたがって、複数のミラー要素 1 1 a の姿勢を個別に制御する。

【0057】

複数のミラー要素 1 1 a は、例えば平面状の反射面を有し、X Y 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 1 1 a は、正レンズ群 L p に向かって凹面状の曲面（例えば球面）に沿って配列されている。図 1 0 の変形例では、第 2 区画領域 S R 2 および第 4 区画領域 S R 4 への走査露光、および第 3 区画領域 S R 3 および第 5 区画領域 S R 5 への走査露光に際して、複数のミラー要素 1 1 a の姿勢を図 1 0 中の部分詳細図 A に示す状態に設定する。

【0058】

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 1 0 中斜め左上に向くように姿勢制御されたミラー要素 1 1 a a と、反射面から外側に延びる法線が図 1 0 中斜め右上に向くように姿勢制御されたミラー要素 1 1 a 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 L p の光軸 A X p と平行に第 1 反射部としてのミラー要素 1 1 a a に入射した光は、その反射面によって図 1 0 中斜め左上に向かって反射される。複数のミラー要素 1 1 a a により反射された光は、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 A X p と平行に第 2 反射部としてのミラー要素 1 1 a b に入射した光は、その反射面によって図 1 0 中斜め右上に向かって反射される。複数のミラー要素 1 1 a b により反射された光は、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。

10

20

30

40

50

【0059】

また、第6区画領域SR6への走査露光に際して、すべてのミラー要素11aの姿勢を図10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10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10中斜め右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。その結果、例えば第1中間像I1の形成位置またはその近傍の光路中に第1シャッターを設けて結像光束を遮る必要がなくなる。

10

【0060】

図示を省略したが、第1区画領域SR1への走査露光に際しては、反射面から外側に延びる法線が図10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10中斜め左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。その結果、例えば第2中間像I2の形成位置またはその近傍の光路中に第2シャッターを設けて結像光束を遮る必要がなくなる。

20

【0061】

図10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。

30

【0062】

図10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。

40

【0063】

また、図11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S偏光の反射光(第1の光)L11とP偏光の透過光(第2の光)L12とに分割する。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。

40

【0064】

偏光ビームスプリッター12aに入射したS偏光の光L11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を透過したP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

50

したP偏光の光L12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4偏向部材M4を経て第2中間像I2を形成する。

【0065】

なお、図11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1中間像I1を形成する第1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2中間像I2を形成する第2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1偏向部材M1を経て第1中間像I1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4偏向部材M4を経て第2中間像I2を形成する。

10

【0066】

また、図12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12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)とを支配的に生成し、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。

【0067】

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。

20

【0068】

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からの光をプレートP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。

30

【0069】

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)と逆向き(-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。

40

【0070】

例えば、正レンズ群Lpからの第1の光をプレートP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

50

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。

【0071】

このように、正レンズ群 L_p 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 上の X 方向 (Y 方向) とプレート P 上の Y 方向 (X 方向) とが光学的に対応するようにマスク M のパターンの投影像をプレート P 上に形成することができる。同様に、正レンズ群 L_p 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 上の X 方向 (Y 方向) とプレート P 上の Y 方向 (X 方向) とが光学的に対応するようにマスク M のパターンの投影像をプレート P 上に形成することができる。

10

【0072】

すなわち、正レンズ群 L_p 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 L_p 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。

20

【0073】

また、例えば、第 1 偏向部材 M_1 と第 1 中間像 I_1 の形成位置との間の光路中に中間結像光学系 G_M の一部を構成するレンズを配置し、第 4 偏向部材 M_4 と第 2 中間像 I_2 の形成位置との間の光路中に中間結像光学系 G_M 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 G_M 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。

【0074】

また、上述の実施形態では、図 5 に示すように第 1 結像領域 E_{R1} と第 2 結像領域 E_{R2} とを Y 方向に整列して形成する投影光学系 P_L を用いて、マスク M 上の 1 つのパターン領域のパターンをプレート P 上のショット領域 S_R において Y 方向に間隔を隔てた一対の区画領域へ同時に走査露光する動作を説明している。しかしながら、図 4 に示すように第 1 結像領域 E_{R1} と第 2 結像領域 E_{R2} とが X 方向に位置ずれして形成される構成を採用しても、上述の実施形態の場合と同様に、マスク M 上の 1 つのパターン領域のパターンをプレート P 上のショット領域 S_R において Y 方向に間隔を隔てた一対の区画領域へ同時に走査露光することができる。この点を、図 13 を参照して簡単に説明する。

30

【0075】

図 13 では、マスク M 上のパターン領域 P_A の繰り返しパターンをプレート P 上のショット領域 S_R 内の第 1 区画領域 S_{R1} および第 3 区画領域 S_{R3} に同時に走査露光し、パターン領域 P_A のパターンを第 2 区画領域 S_{R2} および第 4 区画領域 S_{R4} に同時に走査露光する例を示している。図 13 の変形例では、照明領域 I_R の X 方向側の両辺をパターン領域 P_A の X 方向側の両辺にほぼ一致させた状態で、照明領域 I_R がパターン領域 P_A 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、図 13 中の矢印 F_{11} にしたがってパターン領域 P_A が照明領域 I_R 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 M_S) を - Y 方向に向かって所要の速度で移動させる。

40

【0076】

マスク M の - Y 方向への移動に同期して、第 1 結像領域 E_{R1} の Y 方向側の両辺を第 1 区画領域 S_{R1} の Y 方向側の両辺にほぼ一致させ、ひいては第 2 結像領域 E_{R2} の Y 方向側の両辺を第 3 区画領域 S_{R3} の Y 方向側の両辺にほぼ一致させた状態で、第 2 結像領域

50

ER2が第3区画領域SR3の+X方向側の端部に位置する始動位置から第1結像領域ER1が第1区画領域SR1の-X方向側の端部に達する終了位置まで、図13中の矢印F21にしたがって第1区画領域SR1が第1結像領域ER1によって走査され且つ第3区画領域SR3が第2結像領域ER2によって走査されるように、プレートP(ひいては基板ステージPS)を+X方向に向かって所要の速度で移動させる。こうして、パターン領域PAのパターンが、Y方向に間隔を隔てた2つの区画領域、すなわち第1区画領域SR1および第3区画領域SR3に同時に転写される。

【0077】

次いで、第1結像領域ER1が第1区画領域SR1の-X方向側の端部から第2区画領域SR2の-X方向側の端部へ移動するように、プレートPを-Y方向へステップ移動させる。ただし、例えば表示部の画素に対応する繰り返しパターンの場合、第1区画領域SR1および第3区画領域SR3への走査終了時には、照明領域IRはパターン領域PAの+Y方向側の端部に位置しているので、マスクMをステップ移動させる必要はない。こうして、第1区画領域SR1および第3区画領域SR3への走査終了時の状態で、パターン領域PAの+Y方向側端部の始動位置から-Y方向側端部の終了位置まで、図13中の矢印F12にしたがってパターン領域PAが照明領域IRによって走査されるように、マスクMを+Y方向に向かって所要の速度で移動させる。

10

【0078】

マスクMの+Y方向への移動に同期して、第1結像領域ER1のY方向側の両辺を第2区画領域SR2のY方向側の両辺にほぼ一致させ、ひいては第2結像領域ER2のY方向側の両辺を第4区画領域SR4のY方向側の両辺にほぼ一致させた状態で、第1結像領域ER1が第2区画領域SR2の-X方向側の端部に位置する始動位置から第2結像領域ER2が第4区画領域SR4の+X方向側の端部に達する終了位置まで、図13中の矢印F22にしたがって第2区画領域SR2が第1結像領域ER1によって走査され且つ第4区画領域SR4が第2結像領域ER2によって走査されるように、プレートPを-X方向に向かって所要の速度で移動させる。こうして、パターン領域PAのパターンが、Y方向に間隔を隔てた第2区画領域SR2および第4区画領域SR4に同時に転写され、プレートPのショット領域SRへの走査露光シーケンスが終了する。

20

【0079】

また、上述の実施形態では、マスクM上に矩形形状の照明領域IRを形成し、ひいてはプレートP上に矩形形状の結像領域ER1, ER2を形成して、プレートP上のショット領域SR内で互いに隣接する一对の区画領域への走査露光に際して対応する一对の結像領域が互いに重なることのない継ぎ露光を行っている。しかしながら、これに限定されることなく、マスクM上に例えば台形状の照明領域IRを形成し、ひいてはプレートP上に台形状の結像領域ER1, ER2を形成し、互いに隣接する一对の区画領域への走査露光に際して対応する一对の結像領域の端部が互いに重なり合う重ね露光を行うこともできる。

30

【0080】

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、ひいてはプレートP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。

40

【0081】

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のプレート側の第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

50

影光学系 P L のプレート側の第 2 投影視野である第 2 結像領域 E R 2 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。

【 0 0 8 2 】

また、マスクブラインド 2 3 に加えて、例えば第 1 中間像 I 1 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 I 2 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、上述の第 1 シャッターおよび第 2 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。

【 0 0 8 3 】

また、上述の実施形態では、マスク M のパターン領域上の第 2 方向に光学的に対応する投影像上の方向を、第 2 方向と直交する第 1 方向に一致させている。しかしながら、これに限定されることなく、マスク M のパターン領域上の第 2 方向に光学的に対応する投影像上の方向を、第 2 方向と交差する第 1 方向（第 2 方向と直交していない第 1 方向）に一致させる構成を採用しても、上述の実施形態と同様に、基板ステージ P S の移動（走査）に伴う振動とマスクステージ M S の移動（走査）に伴う振動との相互干渉を小さく抑える効果が得られる。

【 0 0 8 4 】

なお、本明細書において、マスク M のパターン領域上の第 2 方向と、この第 2 方向に光学的に対応する投影像上の第 1 方向とが「直交」とは、「第 1 方向」と「第 2 方向」とが基板（プレート P）の感光面（被露光面）に平行な平面視で直交していること、「第 1 方向」と「第 2 方向」とが基板ステージ P S の基板保持面に平行な平面視で直交していること、「第 1 方向」および「第 2 の方向」が共に投影光学系 P L の光軸（ $A X p$, $A X 1$, $A X 2$ ）に直交していることを意味する。また、「直交」という表現は、「ほぼ直交」することも含んでいる。

【 0 0 8 5 】

また、上述の露光装置では、1 つのパターンを 2 つの区画領域に同時に走査露光することができるので、小型表示パネルまたは中型表示パネル用のディスプレイパターンを効率良く製造するのに適している。具体的には、図 1 4 に示すように、一方向に沿った 1 回の走査動作により、マスク M 上に一列に形成された複数のパターン領域のパターン Q を、プレート P 上において間隔を隔てて 2 列に並んだ複数の区画領域へ転写することができる。図 1 4 において、参照符号 Q 1 は第 1 結像領域 E R 1 による走査露光によりプレート P に転写されたパターンであり、参照符号 Q 2 は第 2 結像領域 E R 2 による走査露光によりプレート P に転写されたパターンである。図 1 4 では、一例として、2 回の走査動作により、4 列に並んだ複数の区画領域へパターンが転写される様子を示している。

【 0 0 8 6 】

また、上述の露光装置では、図 1 5 に示すように、デバイスサイズに合わせて、結像領域 E R 1 , E R 2 の Y 方向寸法 L Y を L Y ' に変化させるとともに、結像領域 E R 1 と E R 2 との Y 方向に沿った間隔も L Y （一般には $L Y \times n$: n は整数）から L Y ' （一般には $L Y ' \times n$: n は整数）に変化させることがある。この場合、第 1 結像光学系 G 1 と一对の偏向部材 M 2 , M 3 とを Y 方向に沿って一体に移動させ、且つ第 2 結像光学系 G 2 と一对の偏向部材 M 5 , M 6 とを Y 方向に沿って一体に移動させる方法が考えられる。また、上述の結像光学系と偏向部材との一体移動による方法に代えて、あるいは加えて、一对の偏向部材 M 2 , M 3 だけを Y 方向に沿って一体に移動させ且つ一对の偏向部材 M 5 , M 6 だけを Y 方向に沿って一体に移動させる方法が考えられる。

【 0 0 8 7 】

このとき、上述の結像光学系と偏向部材との一体移動や偏向部材の一体移動により投影光学系 P L の像面が Z 方向に移動するため、プレート P の保持面の位置を Z 方向に沿って移動させる必要がある。あるいは、投影光学系 P L の光路中にフォーカス補正機構を組み込んで、このフォーカス補正機構の作用により、上述の一体移動を行っても投影光学系 P

10

20

30

40

50

Lの像面位置がZ方向に移動しないように（あるいは像面位置の移動量が小さくなるように）調整することもできる。この種のフォーカス補正機構として、例えばマスクMの近傍の光路中に配置された一对のくさび状のプリズムからなる像面調整装置14が知られている。この像面調整装置14として、例えば特開2003-309053に開示される像面調整装置を用いることができる。

【0088】

なお、上述の実施形態では、拡大倍率を有する投影光学系PL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。なお、拡大倍率を有する投影光学系PLでは、拡大倍率を2倍以上とすることが好ましい。すなわち、上述のように中間結像光学系GMがほぼ等倍の第1中間像I1および第2中間像I2を形成するようにしているため、投影光学系PLの拡大倍率を2倍以上とすることで、第1結像光学系G1および第2結像光学系G2がほぼ2倍以上の拡大倍率を有することとなり、投影光学系PLの機械的な構成が容易となる。

10

【0089】

なお、マスクMのパターン面（第1面）から第1中間像I1への中間結像光学系GMの結像倍率の大きさは、ほぼ等倍（ほぼ1倍）であることに限定されないが、第1中間像I1からプレートP上の感光面（第2面）への第1結像光学系G1の結像倍率の大きさより小さいことが好ましい。同様に、マスクMのパターン面から第2中間像I2への中間結像光学系GMの結像倍率の大きさは、ほぼ1倍であることに限定されないが、第2中間像I2からプレートP上の感光面への第2結像光学系G2の結像倍率の大きさより小さいことが好ましい。

20

【0090】

また、上述の実施形態では、基板ステージPSが保持する1枚のプレートPに2つの投影像を形成する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、基板ステージが感光性基板としてのプレートPを2枚保持し、各基板に投影像を1つずつ投影してもよい。このとき、基板ステージが一方の基板を保持して移動する1つのステージと他方の基板を保持して移動する別のステージとを備える構成も可能である。

【0091】

また、上述の実施形態では、マスクM上のパターンの向きとプレートP上の一对の結像領域ER1、ER2に形成される投影像の向きとを直交させている。しかしながら、本発明において重要なことは、基板の走査方向と交差する方向に間隔を隔てた一对の結像領域を形成することであり、転写対象であるパターンの向きと一对の結像領域に形成される投影像の向きとが90度以外の角度で交差していても良いし、パターンの向きと一对の結像領域に形成される投影像の向きとが一致していても良い。

30

【0092】

また、上述の実施形態では、通常の固定パターンマスク（Crパターンマスク）に代えて、所定の電子データに基づいて所定パターンを可変的に形成する可変パターン形成装置を用いることができる。このような可変パターン形成装置を用いれば、パターン面が縦置きでも同期精度に及ぼす影響を最低限にできる。なお、可変パターン形成装置としては、たとえば所定の電子データに基づいて駆動される複数の反射素子を含むDMD（デジタル・マイクロミラー・デバイス）を用いることができる。DMDを用いた露光装置は、例えば特開2004-304135号公報、国際特許公開第2006/080285号パンフレットに開示されている。また、DMDのような非発光型の反射型空間光変調器以外に、透過型空間光変調器を用いても良く、自発光型の画像表示素子を用いても良い。例えば、液晶表示素子等の透過型の空間光変調器、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空間光変調器などを用いることができる。

40

【0093】

一般に、可変パターン形成装置は、二次元的に配列されて個別にオン・オフ制御可能な複数の画素部と、これらの複数の画素部のオン・オフ制御を行ってパターンを形成する画

50

素制御部とを有する。そして、走査露光に際して、画素制御部は、基板ステージの走査方向への移動に同期してオン・オフ制御を行ってパターンを変化させる。なお、可変パターン形成装置により形成したパターンを走査露光中に固定的に用いることもできる。

【0094】

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。

10

【0095】

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16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16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S40)、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S42)。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S44: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S46:現像工程)。

20

【0096】

その後、ステップS46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S48: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S48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S48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S44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。

30

【0097】

図17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17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S50)、カラーフィルタ形成工程(ステップS52)、セル組立工程(ステップS54)およびモジュール組立工程(ステップS56)を順次行う。ステップS50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。

40

【0098】

ステップS52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

50

。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。

【 0 0 9 9 】

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）、マイクロマシーン、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。また、本発明は、ガラス基板と半導体ウェハとに限定されず、例えば可撓性を有するシート状の基板（面積に対する厚さの比がガラス基板および半導体ウェハに比して小さい基板）を露光対象としての感光性基板とすることができる。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。

10

【符号の説明】

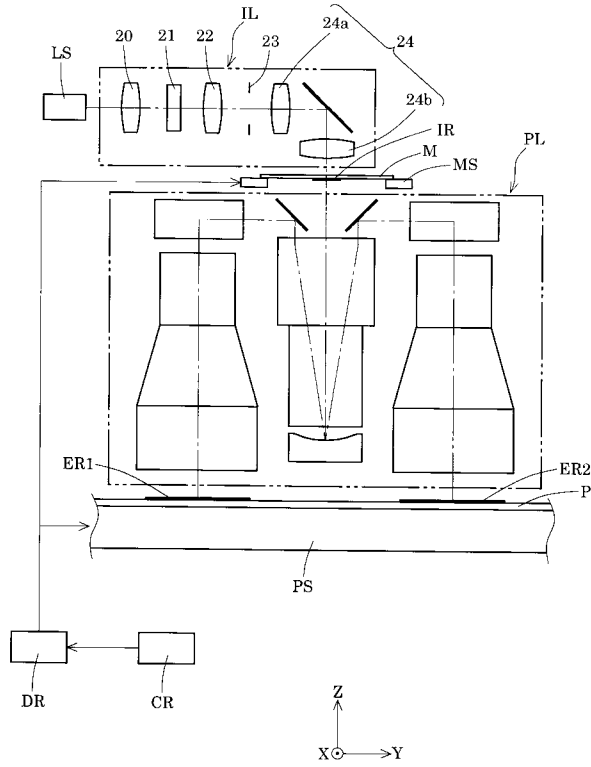
【 0 1 0 0 】

1 0 , 1 1 , 1 2 , 1 3 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
 P プレート
 P S 基板ステージ
 D R ステージ駆動系
 C R 主制御系

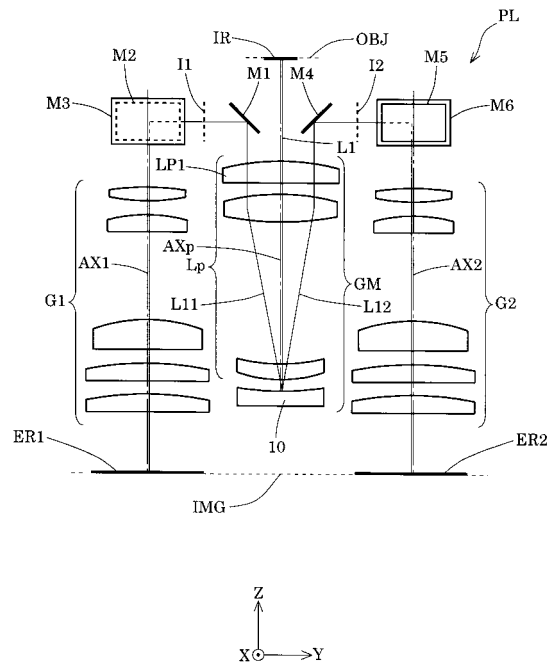
20

30

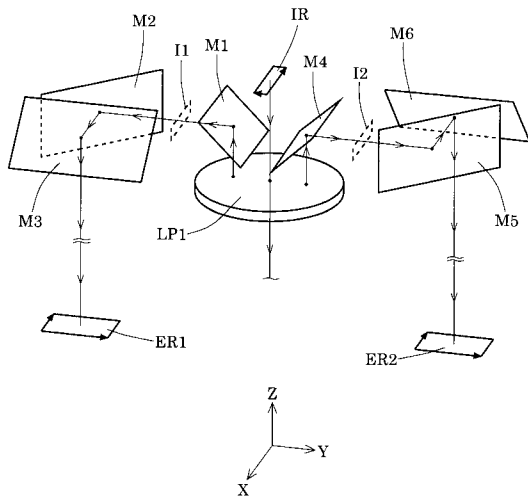
【 図 1 】



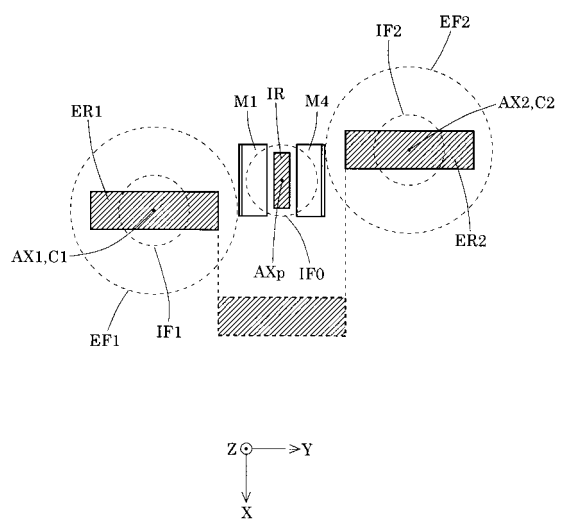
【 図 2 】



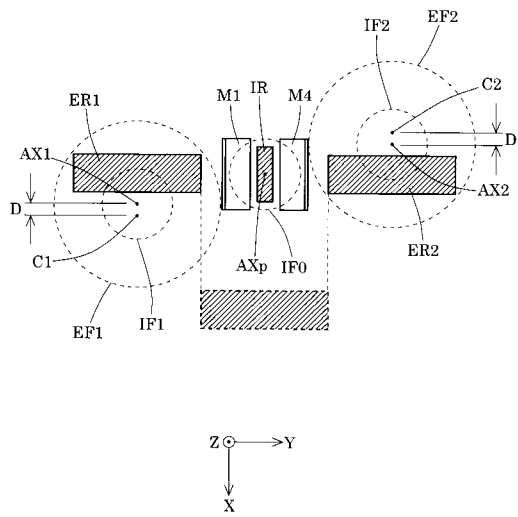
【 図 3 】



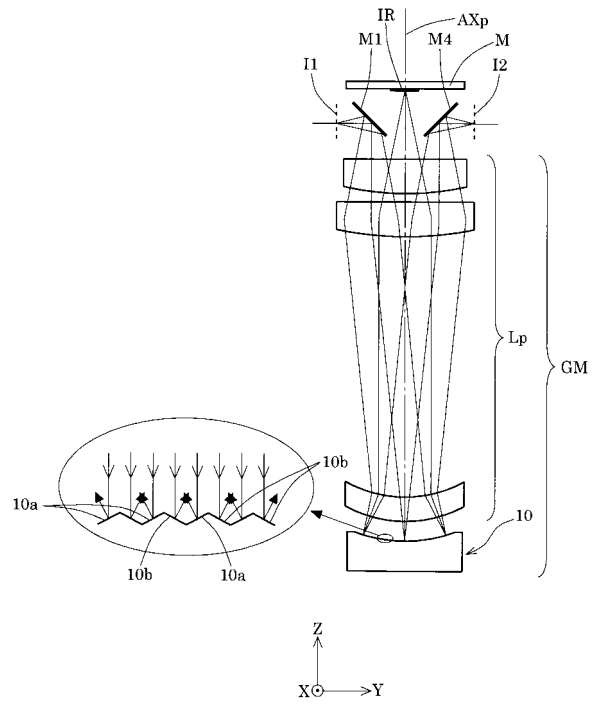
【 図 4 】



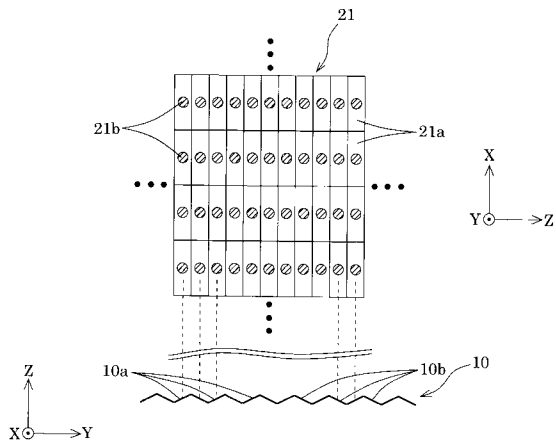
【 図 5 】



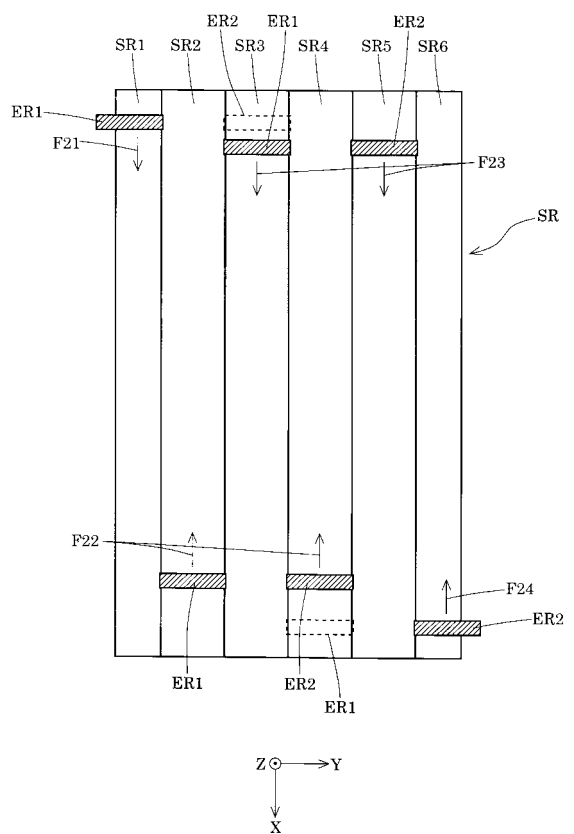
【 図 6 】



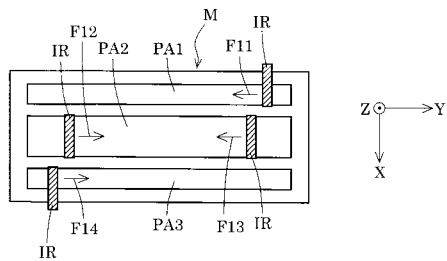
【 図 7 】



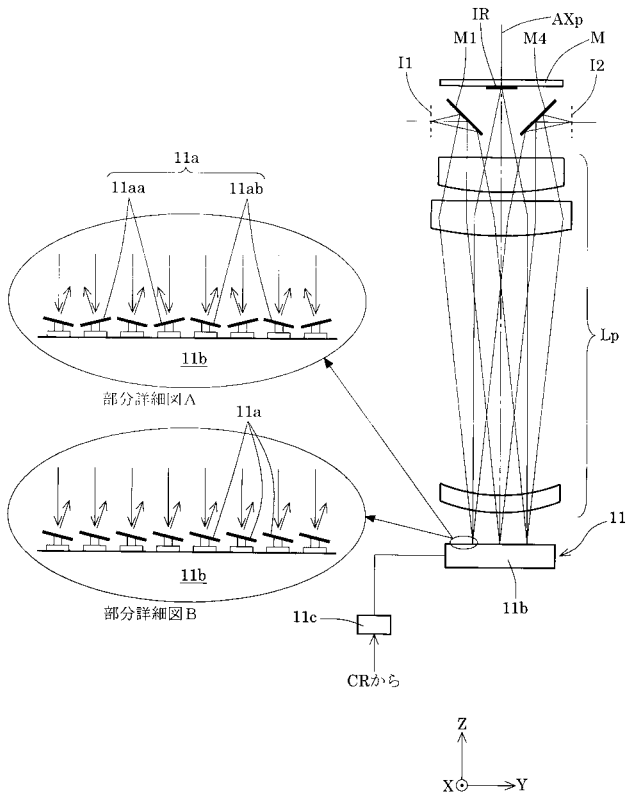
【 図 9 】



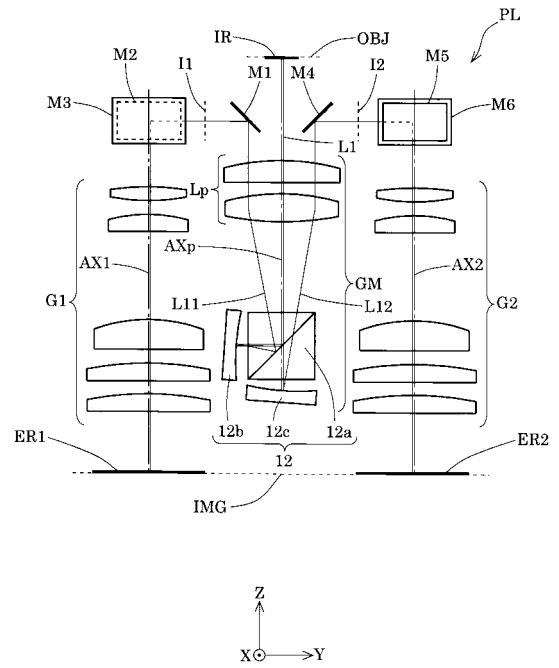
【 図 8 】



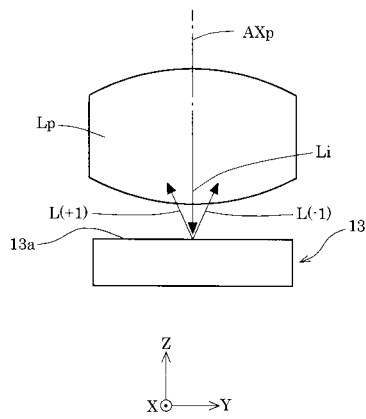
【図10】



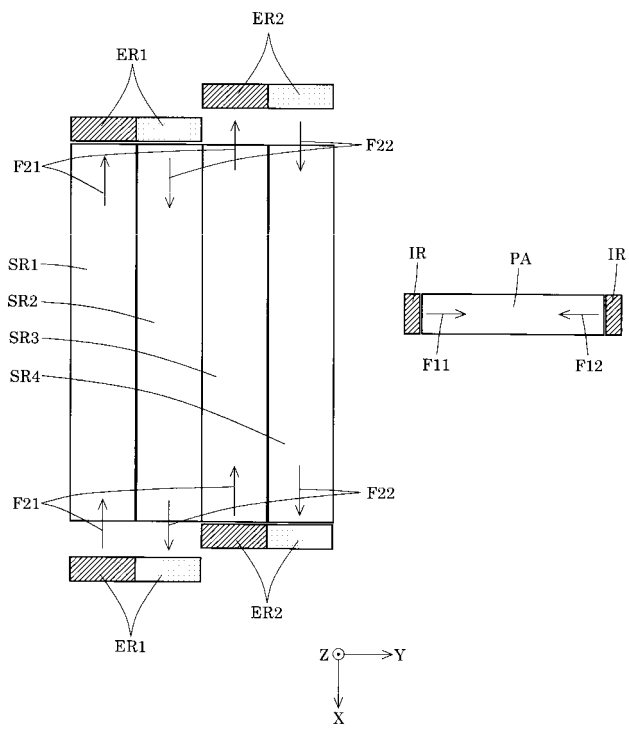
【図11】



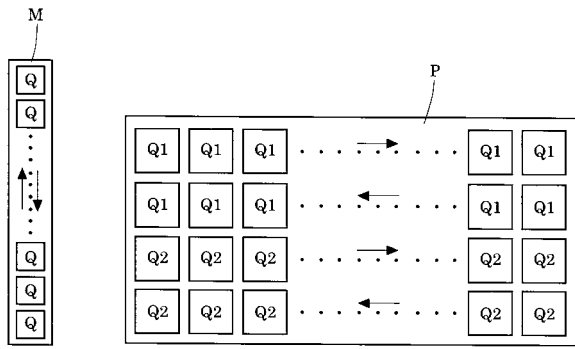
【図12】



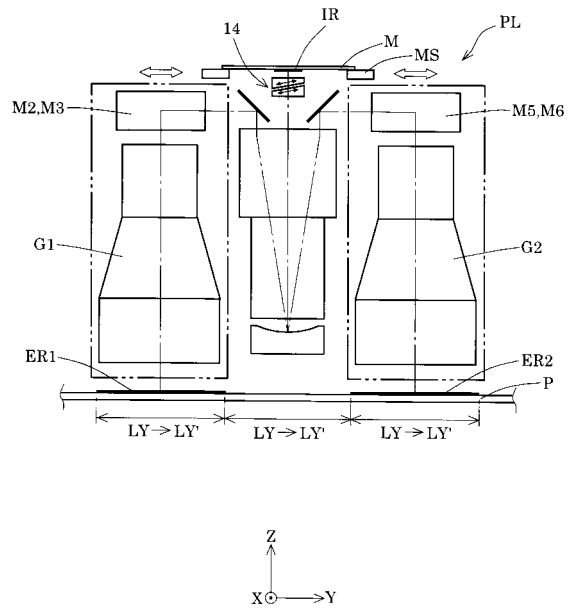
【図13】



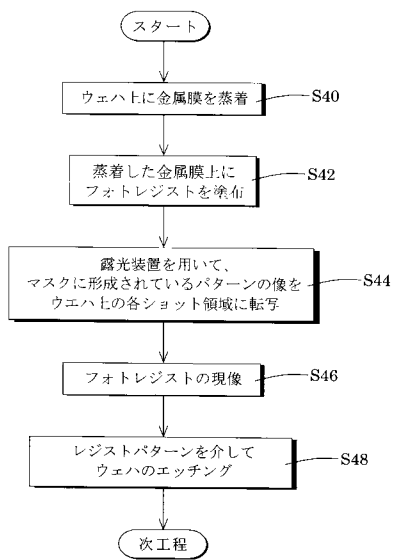
【図14】



【図15】



【図16】



【図17】

