

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7700860号
(P7700860)

(45)発行日 令和7年7月1日(2025.7.1)

(24)登録日 令和7年6月23日(2025.6.23)

(51)国際特許分類

G 0 3 F 7/20 (2006.01)

F I

G 0 3 F 7/20 5 0 1

請求項の数 19 (全28頁)

(21)出願番号	特願2023-533109(P2023-533109)	(73)特許権者	000004112
(86)(22)出願日	令和4年7月1日(2022.7.1)		株式会社ニコン
(86)国際出願番号	PCT/JP2022/026497		東京都品川区西大井一丁目5番20号
(87)国際公開番号	WO2023/282211	(74)代理人	100161207
(87)国際公開日	令和5年1月12日(2023.1.12)		弁理士 西澤 和純
審査請求日	令和5年12月7日(2023.12.7)	(74)代理人	100140774
(31)優先権主張番号	特願2021-111777(P2021-111777)		弁理士 大浪 一徳
(32)優先日	令和3年7月5日(2021.7.5)	(74)代理人	100175824
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		弁理士 小林 淳一
		(72)発明者	加藤 正紀
			東京都港区港南二丁目15番3号 株式
			会社ニコン内
		審査官	田中 秀直

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 露光装置、露光方法、デバイス製造方法およびフラットパネルディスプレイの製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1露光部分の一部と第2露光部分の一部とが継ぎ合わされた第1露光パターンが露光された基板を走査方向に移動させながら、第2露光パターンを前記第1露光パターンに重ねて露光する露光装置を用いた露光方法であって、
前記露光装置の複数の露光モジュールによって前記第2露光パターンを分割して露光し、
前記複数の露光モジュールは、空間光変調器において複数の素子を有すると共に前記第2露光パターンに応じて前記複数の素子を制御し、前記空間光変調器を照明し、前記第2露光パターンに応じて制御された前記空間光変調器の像を前記基板へ投影し、
前記複数の露光モジュールの少なくとも一つは、前記第1露光部分の一部と前記第2露光部分の一部とが継ぎ合わされた継ぎ部を露光する、露光方法。

10

【請求項2】

前記継ぎ部を露光する前記露光モジュールの露光幅は、前記継ぎ部の露光幅よりも小さい、請求項1に記載の露光方法。

【請求項3】

前記継ぎ部を露光する前記露光モジュールは、前記継ぎ部の露光幅よりも露光幅が小さくなるように、前記空間光変調器の大きさと前記基板への投影倍率を設定している、請求項2に記載の露光方法。

【請求項4】

前記複数の露光モジュールは、前記走査方向と直交する非走査方向において、前記第1

20

露光パターン上で複数の前記継ぎ部が形成された第1の間隔よりも小さい第2の間隔で複数配置されている、請求項1～3のいずれか一項に記載の露光方法。

【請求項5】

前記複数の露光モジュールによって前記基板を露光する前に、前記継ぎ部の位置を計測し、

前記継ぎ部の位置の計測結果に基づいて、前記複数の露光モジュールによる前記第2露光パターンの露光位置を制御する、請求項1～3のいずれか一項に記載の露光方法。

【請求項6】

第1露光部分の一部と第2露光部分の一部とが継ぎ合わされた第1露光パターンが露光された基板を走査方向に移動させながら、第2露光パターンを前記第1露光パターンに重ねて露光する露光装置であって、

前記第2露光パターンを分割して露光する複数の露光モジュールを備え、

前記複数の露光モジュールは、複数の素子を有すると共に前記第2露光パターンに応じて前記複数の素子が制御される空間光変調器と、前記空間光変調器を照明する照明光学系と、前記第2露光パターンに応じて制御された前記空間光変調器の像を前記基板へ投影する投影光学系と、

前記複数の露光モジュールによって前記基板を露光する前に、前記継ぎ部の位置を計測する計測系と、

前記計測系の計測結果に基づいて、前記複数の露光モジュールによる前記第2露光パターンの露光位置を制御する制御部と、を備え、

前記複数の露光モジュールの少なくとも一つは、前記第1露光部分の一部と前記第2露光部分の一部とが継ぎ合わされた継ぎ部を露光する、露光装置。

【請求項7】

前記継ぎ部を露光する前記露光モジュールの露光幅は、前記継ぎ部の露光幅よりも小さい、請求項6に記載の露光装置。

【請求項8】

前記継ぎ部を露光する前記露光モジュールは、前記継ぎ部の露光幅よりも露光幅が小さくなるように、前記空間光変調器の大きさと前記投影光学系の投影倍率を設定している、請求項7に記載の露光装置。

【請求項9】

前記複数の露光モジュールは、前記走査方向と直交する非走査方向において、前記第1露光パターン上で複数の前記継ぎ部が形成された第1の間隔よりも小さい第2の間隔で複数配置されている、請求項6に記載の露光装置。

【請求項10】

前記第2露光パターンに応じて前記複数の素子を制御する制御データを生成するデータ生成部を備え、

前記制御部は、前記計測系の計測結果に基づいて、前記投影光学系、前記空間光変調器、および前記データ生成部の少なくとも一つを制御し、前記複数の露光モジュールによる前記第2露光パターンの露光位置を制御する、請求項6に記載の露光装置。

【請求項11】

前記制御部は、前記計測系の計測結果に基づいて、前記データ生成部の制御データを補正する、請求項10に記載の露光装置。

【請求項12】

前記制御部は、前記計測系の計測結果に基づいて、前記投影光学系による前記第2露光パターンの投影位置、回転、投影倍率の少なくとも一つを補正する、請求項10に記載の露光装置。

【請求項13】

前記計測系は、前記第1露光パターンと共に前記基板に形成されたアライメントマークを計測するアライメント計測系を含む、請求項6に記載の露光装置。

【請求項14】

第 1 露光パターンが露光された基板を走査方向に移動させながら、第 2 露光パターンを前記第 1 露光パターンに重ねて露光する露光装置であって、

前記第 2 露光パターンを分割して露光する複数の露光モジュールと、

前記第 1 露光パターンのうち露光状態が他領域の露光状態と異なる所定領域を検出する検出部と、

前記検出部の検出結果に基づいて、前記露光モジュールを調整する調整部と、を備え、
前記検出部は、

前記複数の露光モジュールによって前記基板を露光する前に、前記所定領域の位置を計測する計測系と、

前記計測系の計測結果に基づいて、前記複数の露光モジュールによる前記第 2 露光パターンの露光位置を制御する制御部と、を備え、

前記複数の露光モジュールは、複数の素子を有すると共に前記第 2 露光パターンに応じて前記複数の素子が制御される空間光変調器と、前記空間光変調器を照明する照明光学系と、前記第 2 露光パターンに応じて制御された前記空間光変調器の像を前記基板へ投影する投影光学系と、を有し、

前記調整部により調整された前記複数の露光モジュールの少なくとも一つは、前記所定領域上を露光する、露光装置。

【請求項 15】

基板を走査方向に移動させながら第 1 露光パターンを露光する露光装置であって、

複数の素子を有すると共に前記第 1 露光パターンに応じて前記複数の素子が制御される空間光変調器と、前記空間光変調器を照明する照明光学系と、前記第 1 露光パターンに応じて制御された前記空間光変調器の像を前記基板へ投影する投影光学系と、を有する露光モジュールと、

前記第 1 露光パターンが露光された基板に対して、前記第 1 露光パターンに重ねて第 2 露光パターンを露光する別の露光装置に関する情報を、前記第 1 露光パターンを前記基板上に露光する前に、受信する受信部と、

前記受信部により受信した前記情報に基づいて、前記露光モジュールを調整する調整部と、を備える、露光装置。

【請求項 16】

前記受信部は、前記露光装置により第 1 露光部分の一部と第 2 露光部分の一部とが継ぎ合わされて露光される前記基板上の位置に関する前記情報を受信し、

前記調整部は、前記情報に基づいて、前記露光モジュールを調整する、請求項 15 に記載の露光装置。

【請求項 17】

請求項 6 ～ 16 のいずれか一項に記載の露光装置を用いて前記基板を露光することと、露光された前記基板を現像することと、を含むデバイス製造方法。

【請求項 18】

請求項 6 ～ 16 のいずれか一項に記載の露光装置を用いてフラットパネルディスプレイ用の基板を露光することと、

露光された前記基板を現像することと、を含むフラットパネルディスプレイの製造方法。

【請求項 19】

マスク上の固定パターンを基板に投影露光する第 1 露光装置と、空間光変調器による可変パターンを前記基板に投影露光する第 2 露光装置とを使って、前記基板上に電子デバイスの異なるレイヤーのパターンを重ね合わせ露光するデバイス製造方法であって、

前記第 1 露光装置の第 1 の投影領域の大きさが前記基板上に形成すべき前記電子デバイスの大きさよりも小さいとき、前記基板の移動によって前記第 1 の投影領域内に現れる前記固定パターンの投影像を継ぎ露光して、前記電子デバイスの第 1 のレイヤーを形成する第 1 工程と、

前記第 2 露光装置は、前記第 1 の投影領域の大きさよりも小さい第 2 の投影領域内に前記可変パターンを投影する複数の露光モジュールを有し、前記複数の露光モジュールの各

10

20

30

40

50

々から前記基板上に投影される前記可変パターンの投影像を継ぎ露光して、前記電子デバイスの第2のレイヤーを形成する第2工程と、を含み、

前記第1工程の後に前記第2工程を行う場合は、前記第2工程では、前記第1工程で発生した継ぎ誤差に基づいて前記複数の露光モジュールの各々からの前記可変パターンの投影像の位置を補正し、

前記第2工程の後に前記第1工程を行う場合は、前記第2工程では、前記第1工程で発生し得る予測の継ぎ誤差に基づいて前記複数の露光モジュールの各々からの前記可変パターンの投影像の位置を補正するデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、露光装置、露光方法、デバイス製造方法およびフラットパネルディスプレイの製造方法に関する。

本願は、2021年7月5日に出願された日本国特願2021-111777号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

【背景技術】

【0002】

従来、光学系を介して基板に照明光を照射する露光装置として、空間光変調器を利用して変調した光を投影光学系に通し、この光による像を基板に塗布されているレジスト上に結像させて露光する露光装置が知られている（例えば特許文献1参照）。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】日本国特開2005-266779号公報

【発明の概要】

【0004】

本発明の一態様は、第1露光部分の一部と第2露光部分の一部とが継ぎ合わされた第1露光パターンが露光された基板を走査方向に移動させながら、第2露光パターンを前記第1露光パターンに重ねて露光する露光装置を用いた露光方法であって、前記露光装置の露光モジュールによって前記第2露光パターンを分割して露光し、前記複数の露光モジュールは、空間光変調器において複数の素子を有すると共に前記第2露光パターンに応じて前記複数の素子を制御し、前記空間光変調器を照明し、前記第2露光パターンに応じて制御された前記空間光変調器の像を前記基板へ投影し、前記複数の露光モジュールの少なくとも一つは、前記第1露光部分の一部と前記第2露光部分の一部とが継ぎ合わされた継ぎ部を露光する。

30

本発明の他の一態様は、第1露光部分の一部と第2露光部分の一部とが継ぎ合わされた第1露光パターンが露光された基板を走査方向に移動させながら、第2露光パターンを前記第1露光パターンに重ねて露光する露光装置であって、前記第2露光パターンを分割して露光する複数の露光モジュールを備え、前記複数の露光モジュールは、複数の素子を有すると共に前記第2露光パターンに応じて前記複数の素子が制御される空間光変調器と、前記空間光変調器を照明する照明光学系と、前記第2露光パターンに応じて制御された前記空間光変調器の像を前記基板へ投影する投影光学系と、前記複数の露光モジュールによって前記基板を露光する前に、前記継ぎ部の位置を計測する計測系と、前記計測系の計測結果に基づいて、前記複数の露光モジュールによる前記第2露光パターンの露光位置を制御する制御部と、を備え、前記複数の露光モジュールの少なくとも一つは、前記第1露光部分の一部と前記第2露光部分の一部とが継ぎ合わされた継ぎ部を露光する、露光装置。

40

【0005】

本発明の他の一態様は、第1露光パターンが露光された基板を走査方向に移動させながら、第2露光パターンを前記第1露光パターンに重ねて露光する露光装置であって、前記第2露光パターンを分割して露光する複数の露光モジュールと、前記第1露光パターンの

50

うち露光状態が他領域の露光状態と異なる所定領域を、前記露光モジュールによって前記第2露光パターンを露光する前に、検出する検出部と、前記検出部の検出結果に基づいて、前記露光モジュールを調整し前記第2露光パターンの露光位置を制御する調整部と、を備え、前記複数の露光モジュールは、複数の素子を有すると共に前記第2露光パターンに応じて前記複数の素子が制御される空間光変調器と、前記空間光変調器を照明する照明光学系と、前記第2露光パターンに応じて制御された前記空間光変調器の像を前記基板へ投影する投影光学系と、を有し、前記調整部により調整された前記複数の露光モジュールの少なくとも一つは、前記所定領域上を露光する。

【0006】

本発明の他の一態様は、基板を走査方向に移動させながら第1露光パターンを露光する露光装置であって、複数の素子を有すると共に前記第1露光パターンに応じて前記複数の素子が制御される空間光変調器と、前記空間光変調器を照明する照明光学系と、前記第1露光パターンに応じて制御された前記空間光変調器の像を前記基板へ投影する投影光学系と、を有する露光モジュールと、前記第1露光パターンが露光された基板に対して、前記第1露光パターンに重ねて第2露光パターンを露光する別の露光装置に関する情報を、前記第1露光パターンを前記基板上に露光する前に、受信する受信部と、前記受信部により受信した前記情報に基づいて、前記露光モジュールを調整する調整部と、を備える。

【0007】

本発明の一態様は、上述した露光装置を用いて前記基板を露光することと、露光された前記基板を現像することと、を含む。

【0008】

本発明の一態様は、上述した露光装置を用いてフラットパネルディスプレイ用の基板を露光することと、露光された前記基板を現像することと、を含む。

【0009】

本発明の一態様は、マスク上の固定パターンを基板に投影露光する第1露光装置と、空間光変調器による可変パターンを前記基板に投影露光する第2露光装置とを使って、前記基板上に電子デバイスの異なるレイヤーのパターンを重ね合わせ露光するデバイス製造方法であって、前記第1露光装置の第1の投影領域の大きさが前記基板上に形成すべき前記電子デバイスの大きさよりも小さいとき、前記基板の移動によって前記第1の投影領域内に現れる前記固定パターンの投影像を継ぎ露光して、前記電子デバイスの第1のレイヤーを形成する第1工程と、前記第2露光装置は、前記第1の投影領域の大きさよりも小さい第2の投影領域内に前記可変パターンを投影する複数の露光モジュールを有し、該複数の露光モジュールの各々から前記基板上に投影される前記可変パターンの投影像を継ぎ露光して、前記電子デバイスの第2のレイヤーを形成する第2工程と、を含み、前記第1工程の後に前記第2工程を行う場合は、前記第2工程では、前記第1工程で発生した継ぎ誤差に基づいて前記複数の露光モジュールの各々からの前記可変パターンの投影像の位置を補正し、前記第2工程の後に前記第1工程を行う場合は、前記第2工程では、前記第1工程で発生し得る予測の継ぎ誤差に基づいて前記複数の露光モジュールの各々からの前記可変パターンの投影像の位置を補正する。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本実施形態に係る露光装置の一例を示す斜視図である。

【図2】露光ユニットの構成を示した図である。

【図3】露光モジュールの構成を示した図である。

【図4】空間光変調器のON/OFF動作を示す斜視図である。

【図5】空間光変調器の素子の動作を示す斜視図である。

【図6】基板ステージに設けられる第1アライメント計測系の概略構成を示す側面図である。

【図7】マスクを用いて露光する露光装置の概略構成を示す斜視図である。

【図8】マスクを用いて露光する露光装置による基板のスキャンレイアウトを示す平面図

10

20

30

40

50

である。

【図 9】マスクレスの露光装置による基板のスクリーンレイアウトを示す平面図である。

【図 10】マスクを用いて露光する露光装置により基板上に形成される露光像の継ぎ部分の状態を示す説明図である。

【図 11】マスクを用いて露光する露光装置による第 1 露光パターンと、マスクレスの露光装置の第 2 露光パターンとの関係を示す説明図である。

【図 12】マスクを用いて露光する露光装置による第 1 露光パターンとその周辺に形成されたアライメントマークとの関係を示す説明図である。

【図 13】基板の周辺に形成されたアライメントマークを示す説明図である。

【図 14】変形例 1 に係るマスクを用いて露光する露光装置の一例を示す正面図である。

【図 15】変形例 2 に係るマスクを用いて露光する露光装置におけるアライメントマークの位置関係を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、図面を参照しながら実施形態について詳しく説明する。

【0012】

図 1 は、本実施形態に係る露光装置 1 の一例を示す斜視図である。

露光装置 1 は、光学系を介して基板 10 を露光する装置である。露光装置 1 は、空間光変調器 75（図 2 参照）で変調した光を投影光学系 7B に通し、この光による像を感光材料（レジスト）上に結像させて露光する。その際、空間光変調器 75 と基板 10 とは、投影光学系 7B を介して光学的に共役な関係に設けられる。基板 10 は、例えば、表面にレジストを塗布したディスプレイ用のガラス基板である。

【0013】

図 1 に示すように、露光装置 1 は、基板 10 を支持する基板ステージ 4 と、基板 10 に対して所定の露光パターンの走査露光を行う露光装置本体 2 と、基板ステージ 4 へ基板 10 を搬送・載置するための基板交換部 3 と、これらを制御する制御系 9 と、を備えている。

【0014】

ここで、基板 10 に対する走査露光時に基板ステージ 4 が移動される方向を X 方向（第 1 方向）で示す。第 1 方向に直交（交差）する方向を Y 方向（第 2 方向）とする。また、X 方向と Y 方向とに直交する方向を Z 方向（第 3 方向）とする。

【0015】

基板ステージ 4 は、平面視で矩形の基板 10 を保持する。基板ステージ 4 は、走査露光時に、露光装置本体 2 に対して、X 方向へ移動する。この X 方向は、走査方向ともいう。また、基板ステージ 4 は、基板 10 上に複数の露光領域をそれぞれ露光するために、Y 方向へ移動する。この Y 方向は、非走査方向ともいう。

【0016】

露光装置本体 2 は、光源ユニット 6 と、露光ユニット 20 と、光学定盤 21 と、を備えている。露光ユニット 20 は、複数の露光モジュール 7 を備えている。露光モジュール 7 は、空間光変調器 75（図 2 参照）を内蔵しており、光源 61 から光が供給され、予め設定された露光パターンで光を照射する。

【0017】

光源ユニット 6 は、複数の露光モジュール 7 に光を供給する。光源ユニット 6 としては、干渉性の高いレーザを光源 61 とする光源ユニット、半導体レーザタイプの U V - L D のような光源 61 を用いた光源ユニット、およびレンズリレー式のリターダによる光源ユニット等を採用することができる。光源 61 は、例えば、405 nm や 365 nm といった波長を出射するランプやレーザダイオードである。

【0018】

露光ユニット 20 は、光学定盤 21 に搭載されている。光学定盤 21 は、基板ステージ 4 を載置した X 方向に延びるベースプレート 11 を跨ぐように設けられたコラム 22 に対して、キネマティックに 3 点で支持される。光学定盤 21 は、概ねベースプレート 11 の

10

20

30

40

50

X方向の中央部分に重心が位置するように配置されている。

【0019】

コラム22は、Y方向に延びる一対の横架材221と、横架材221の両端から下方に延びてベースプレート11に連結される脚部222と、を有している。なお、脚部222には、光学定盤21に搭載される荷重がかかることから、ベースプレート11と脚部222との連結部に防振台（図示省略）を配置してもよい。横架材221の上面には、3つのV溝が適宜な位置に形成されている。光学定盤21は、一対の横架材221上に上面21aを水平方向に向けた状態で3点のボールを介して前記V溝に載置される。

【0020】

光学定盤21には、露光モジュール7の他、後述する図2に示すように、オートフォーカス系23、計測系5の第2アライメント計測系5Bが搭載されている。そして、光学定盤21には、露光光を基板10上に導くために、厚さ方向に貫通する複数の第1貫通孔21bが設けられている。なお、光学定盤21のコラム22に対する固定方法は、剛性を確保できる手法であれば特に限定されない。

【0021】

図1に示すように、ベースプレート11は、床面に複数の防振台111を介して設置されている。ベースプレート11は、X方向に延びた基盤であり、その上面11aに基板ステージ4が搭載されている。ベースプレート11の上面11aには、X方向に沿って基板ステージ4を案内する案内ガイド（図示省略）が設けられている。

【0022】

基板ステージ4は、露光モジュール7の投影光学系7Bを介して投影される露光パターンに対して基板10を高精度に位置決めするためのものである。基板ステージ4は、6自由度（X方向、Y方向、Z方向と、さらにX方向、Y方向、Z方向の各軸回りに回転する θX 、 θY 及び θZ 方向）に駆動する。

【0023】

基板ステージ4は、平板形状に形成され、その上面4aで例えば真空吸着等の方法により基板10を吸着保持する。基板ステージ4は、ベースプレート11上の不図示の案内ガイドに案内され、X方向やY方向等へ移動する。基板ステージ4の移動機構としては、例えば、エアにより基板ステージ4を浮上させるとともに磁力によって移動させるリニアモータ方式等を採用することができる。基板ステージ4の位置は、図2に示す干渉計53や図示しないエンコーダによって計測され、制御系9によって制御される。

【0024】

基板ステージ4の移動経路は、露光ユニット20の下方を通過するように設定されている。すなわち、基板ステージ4は、露光ユニット20による光の露光位置に搬送され、その露光位置を通過させるように構成されている。そして、基板ステージ4が露光ユニット20を通過する過程で、露光ユニット20によって形成した像の露光パターンが基板10に露光される。

【0025】

基板ステージ4の上面4aには、基板10を交換する際に使用される複数の交換ピン（図示省略）が上下方向（Z方向）に出没可能に設けられている。これら交換ピンは、基板ステージ4の上面4aのうち基板10が配置される領域において、X方向とY方向に所定の間隔をあけて配列されている。

【0026】

交換ピンが上方に突出すると、ピン先端に基板10の下面が支持された状態となる。すなわち、交換ピンを出没させることにより基板10を上昇、下降させることができる。交換ピンにおける上面4aからの突出長は、少なくとも図1に示す交換アーム3Aの基板支持部31が、上昇した基板10の下方に進出可能な長さに設定されている。

【0027】

基板交換部3は、基板ステージ4上の露光済み基板10を基板ステージ4の外方へ搬出し、次に露光する基板10を露光済みの基板10が搬出された基板ステージ4上へ搬入す

10

20

30

40

50

る。基板交換部 3 は、基板ステージ 4 上の基板 10 を交換するための交換アーム 3 A を備えている。基板交換部 3 は、交換アーム 3 A として、基板 10 を基板ステージ 4 に対して搬入させる搬入アームと、基板 10 を搬出させる搬出アームとを備えている。

【0028】

交換アーム 3 A は、アーム先端に基板支持部 31 を有している。交換アーム 3 A は、X 方向、Y 方向、及び Z 方向に移動可能に設けられている。交換アーム 3 A は、Y 方向に移動させて基板支持部 31 を基板 10 の下方に進出させ、さらに上昇させることで基板 10 を下方から支持し、さらに Y 方向で基板ステージ 4 から離れる方向に移動することで、基板ステージ 4 上から基板 10 を取り出す動作を行う。

【0029】

基板 10 は、感光性のレジストを塗布されて露光装置 1 内に搬入され、交換アーム 3 A によって基板ステージ 4 に設けられる複数の前記交換ピン上に載置される。そして、基板 10 は、交換ピンの降下によって、基板ステージ 4 上の基板ホルダに吸着させて保持される。

【0030】

図 2 は、露光ユニット 20 の構成を示した図である。

図 2 に示すように、露光ユニット 20 は、照明光学系 7 A と、投影光学系 7 B と、変調部 7 C と、を備える露光モジュール 7 を複数備えている。

露光モジュール 7 は、図 1 に示すように、Y 方向に所定間隔で配置されてモジュール列を形成している。また、露光モジュール 7 のモジュール列は、X 方向に間隔をあけて複数（図 1 では 4 列）形成されている。なお、各モジュール列の各露光モジュール 7 は、Y 方向においてずれて配置されている。

【0031】

図 2 に示すように、照明光学系 7 A は、投影光学系 7 B と一対一の関係で設けられている。つまり、照明光学系 7 A と投影光学系 7 B は、同数で設けられている。照明光学系 7 A は、図 1 に示す光源ユニット 6 の光源 61 から出力された出力光を、露光用照明光として空間光変調器 75 にほぼ均一に入射させるものである。

【0032】

図 3 は、露光モジュール 7 の構成を示した図である。

図 3 に示すように、照明光学系 7 A は、光ファイバ 71 と、コリメートレンズ 721 と、照明ウェッジ 722 と、フライアイレンズ 723 と、メインコンデンサーレンズ 724 と、ミラー 725 と、を備えている。

【0033】

光ファイバ 71 は、例えば石英のファイバが用いられる。光源 61 の出力光（レーザ光 L）は、光ファイバ 71 で導かれてコリメートレンズ 721 に入射される。コリメートレンズ 721 は、光ファイバ 71 から出射して広がる光を平行光に変換して出射する。照明ウェッジ 722 は、光ファイバ 71 から射出される光の強度（パワー）を調整する。

【0034】

コリメートレンズ 721 を通過した光は、フライアイレンズ 723 と、メインコンデンサーレンズ 724 を通過してミラー 725 によって反射され、所定の反射角度で空間光変調器 75 に入射する。なお、照明光学系 7 A と光源ユニット 6 は、両者により空間光変調器 75 を照明するものであるとも考えられ、2 つを併せて照明光学系と表現してもよい。

【0035】

照明光学系 7 A には、光ファイバ 71 とコリメートレンズ 721 との間に、モジュールシャッタ 73 が配置されている。モジュールシャッタ 73 は、光ファイバ 71 を射出したレーザ光 L に対して、照明光学系 7 A 及び投影光学系 7 B 毎にその光路を高速に ON（開放）／OFF（遮蔽）できる。

【0036】

変調部 7 C は、照明光を変調しパターン（可変パターン）を作るものであり、空間光変調器 75 と OFF 光吸収板 74 とを備える。空間光変調器 75 は、一例としてデジタルミ

10

20

30

40

50

ラーデバイスが採用されている。空間光変調器 7 5 は、複数の素子（デジタルミラーデバイスではミラー）を備えている。なお、空間光変調器 7 5 の全体的な反射面は投影光学系 7 B の光軸と直交するように、装置内では X Y 面と平行になるように配置される。従って、ミラー 7 2 5 で折り曲げられるメインコンデンサーレンズ 7 2 4 の光軸と投影光学系 7 B の光軸との成す角度は、空間光変調器 7 5 を傾斜照明する入射角度となる。その入射角度は、デジタルミラーデバイスの個々のミラーを駆動したときの傾斜角のほぼ 2 倍になるように設定されている。

【0037】

図 4 は、空間光変調器 7 5 の ON / OFF 動作を示す斜視図である。

図 4 に示すように、空間光変調器 7 5 の個々の素子は、X 軸周りの回転と Y 軸周りの回転とが可能とされている。

【0038】

図 5 は、空間光変調器 7 5 の素子の動作を示す斜視図である。

図 5 の (A) は、空間光変調器 7 5 の電源が入っていない状態のときの素子の動作を示している。図 5 の (A) に示す状態のとき、素子は、X 軸周り、Y 軸周りのいずれにも回転していない。

【0039】

図 5 の (B) は、空間光変調器 7 5 の電源が入っている状態のときであって、素子が Y 軸周りに回転して傾斜し、照明光学系 7 A から入射した光を投影光学系 7 B に向けて反射させる ON 状態を示している。

【0040】

図 5 の (C) は、空間光変調器 7 5 の電源が入っている状態のときであって、素子が X 軸周りに回転して傾斜し、照明光学系 7 A からの光を投影光学系 7 B ではなく、図 3 において符号 L 2 で示すように OFF 光吸収板 7 4 に向けて反射させる OFF 状態を示している。

【0041】

このように、空間光変調器 7 5 は、個々の素子の ON 状態と OFF 状態とを制御データに基づいて素子毎に制御し、パターン（可変パターン）を形成することができる。

【0042】

空間光変調器 7 5 は、個々の素子が周期的に駆動され、空間光変調器 7 5 上のパターン（可変パターン）を周期的に更新することができる。光源 6 1 は、パターンの更新周期ごとに空間光変調器 7 5 を照明する必要があるため、一定周期でパルス発光するものや、所定の間だけパルス発光可能な光源であることが好ましい。なお、光源 6 1 は、連続光を発光するものでもよく、その場合は、シャッタ（不図示）の切り替え、音響光学変調器（不図示）による変調などにより連続光をパルス光に変換することにより、光源 6 1 から出射される光が、実質的なパルス光であるとされてもよい。

【0043】

空間光変調器 7 5 は、不図示のステージに搭載され、ステージに搭載された状態で X 方向および／または Y 方向に微小移動される（図 3 参照）。その結果、空間光変調器 7 5 は、照明光に対して移動され、基板 1 0 上におけるパターンの投影像の位置を変更、例えば投影位置の目標値に対する偏差分の補正を行うことができる。

【0044】

図 2 に示すように、投影光学系 7 B は、光学定盤 2 1 に支持され、空間光変調器 7 5 の下方に配置されている。投影光学系 7 B は、空間光変調器 7 5 に形成されたパターンの像を基板 1 0 上に投影、露光、形成する。投影光学系 7 B は、図 3 に示すように、空間光変調器 7 5 の 1 画素を所定の大きさに投影するための倍率を調整する倍率調整部 7 6 と、レンズの Z 方向への駆動によるフォーカスを調整するフォーカス調整部 7 7 と、を備えている。

【0045】

倍率調整部 7 6 は、空間光変調器 7 5 からの像を例えば 1 / 2 倍から 1 / 1 0 倍に縮小

10

20

30

40

50

してフォーカス調整部 77 上に投影する倍率調整レンズ 761 を備えている。倍率調整部 76 は、倍率調整レンズ 761 を Z 方向に駆動することで投影倍率を若干補正することが可能である。なお、投影倍率としては、縮小に限らず、拡大もしくは等倍であってもよい。

フォーカス調整部 77 は、倍率調整部 76 を通った空間光変調器 75 からの反射光（ON 状態のミラーからの反射光）を集光して焦点面である基板面 10a 上に ON 状態のミラーの分布に応じた光像を結像する複数のフォーカスレンズ 771 を備えている。

【0046】

図 2 に示すように、光学定盤 21 には、X 方向に関して、投影光学系 7B を挟んだ両側にオートフォーカス系 23 が配置されている。オートフォーカス系 23 は、基板 10 の走査方向（X 方向）に関わらず、露光処理に先行して基板 10 の Z 方向の位置を計測することができる。フォーカス調整部 77 は、オートフォーカス系 23 の計測結果に基づいて、フォーカスレンズ 771 を駆動し、空間光変調器 75 のパターン像のフォーカスを調整する。

【0047】

図 6 は、基板ステージ 4 に設けられる第 1 アライメント計測系 5A の概略構成を示す側面図である。

図 6 に示すように、計測系 5 は、基板ステージ 4 に設けられる第 1 アライメント計測系 5A と、図 2 に示すように、光学定盤 21 に設けられる第 2 アライメント計測系 5B と、を備えている。

【0048】

図 6 に示すように、第 1 アライメント計測系 5A は、基板ステージ 4 の所定の位置に埋設されている。第 1 アライメント計測系 5A は、基板ステージ 4 に対する不図示のホルダに吸着されている基板 10 の位置を計測するものである。第 1 アライメント計測系 5A は、基板ステージ 4 の少なくとも四隅に配置されている。基板ステージ 4 には、第 1 アライメント計測系 5A が設けられる四隅の箇所にステージ厚さ方向に貫通する貫通孔 42 が設けられている。

【0049】

第 1 アライメント計測系 5A は、基板ステージ 4 の貫通孔 42 内に配置されたレンズ 511 と、レンズ 511 の下方に配置され、計測光を基板ステージ 4 上の所定位置に載置された基板 10 のアライメントマーク 12 に向けて非感光性の光を照射する LED のような光源 513 と、アライメントマーク 12 で反射する光を検出する測定部 512 と、を有している。

【0050】

第 1 アライメント計測系 5A では、基板ステージ 4 上に基板 10 が載置された場合に、基板 10 の例えば四隅の位置を計測して、X 方向位置、Y 方向位置、回転量（ θ Z 方向の角度）、X 方向の縮小／拡大倍率、Y 方向の縮小／拡大倍率、直交度の 6 つのパラメータ（位置情報）を計測する。

【0051】

なお、基板ステージ 4 における第 1 アライメント計測系 5A の配置としては、上述したように四隅であることに制限されることはない。例えば、基板 10 の非線形形状などのプロセス起因で発生する場合には、4 箇所×4 列など相当数の第 1 アライメント計測系 5A が配置される。

【0052】

第 1 アライメント計測系 5A は、オフアキシスのアライメント計測系である。第 1 アライメント計測系 5A は、測定部 512 に設けられた CCD、もしくは CMOS 等の画素を基準に基板 10 のアライメントマーク 12 を計測する。

【0053】

また、図 2 に示すように、基板ステージ 4 には、校正用計測系 52 と、基板ステージ 4 の位置を計測する干渉計 53 と、照度計測器 54 と、を有している。校正用計測系 52 と、干渉計 53 と、照度計測器 54 とは、基板 10 の露光中又は露光前に、露光ユニット 2

10

20

30

40

50

0の光に関する情報を取得する取得部である。

【0054】

校正用計測系52は、各種複数のモジュールの位置の計測及び校正のために使用される。校正用計測系52は、光学定盤21上に配置された第2アライメント計測系5Bの校正にも用いられる。

【0055】

このように本実施形態の露光装置1では、露光を行う空間光変調器75で生成されるパターンの結像位置を基板ステージ4内の第1アライメント計測系5Aで計測することで、基板ステージ4の位置を計測する干渉計53と第2アライメント計測系5Bとの画像位置により結像系に対する基板ステージ4における第1アライメント計測系5Aの位置を計測できる。

10

【0056】

また、図2に示すように、光学定盤21には、基板ステージ4の上方の位置に第2アライメント計測系5Bが配置されている。第2アライメント計測系5Bは、基板ステージ4に対する不図示のホルダに吸着されている基板10の位置を計測する。

【0057】

第2アライメント計測系5Bは、光学定盤21の下方に配置されたレンズ551と、レンズ551の上方に配置されて基板ステージ4上の所定位置に載置された基板10のアライメントマーク12に向けて非感光性の計測光を照射する光センサ552と、アライメントマーク12で反射する光を検出する図示しない測定部と、を有している。

20

【0058】

第2アライメント計測系5Bは、第1アライメント計測系5Aと同様に、基板ステージ4上に基板10が載置された場合に、基板10に関する、X方向位置、Y方向位置、回転量（ θ Z方向の角度）、X方向の縮小／拡大倍率、Y方向の縮小／拡大倍率、直交度の6つのパラメータ（位置情報）を計測する。

【0059】

第2アライメント計測系5Bは、X方向に関して、照明光学系7Aと離れて光学定盤21に設けられる。基板ステージ4は、基板10上のアライメントマーク12を第2アライメント計測系5Bが計測できる位置へ、移動する。基板ステージ4の駆動によって、第2アライメント計測系5Bは、基板10に配置されたアライメントマーク12を計測できるため、ほぼ基板10全面で計測可能となる。

30

【0060】

上記構成の露光装置1において、基板10を露光する方法について説明する。

まず、露光装置1に露光するためのレシピが投入されると、図1に示す制御系9は、露光するためのマスクデータをマスクパターンサーバーより選択する。そして、制御系9は、マスクデータを露光モジュール7の数に分割し、分割したマスクデータを生成し、メモリに格納する。

【0061】

このとき、空間光変調器75は、例えば略10kHz程度の更新レートで4Mpixelを更新するため、メモリは大容量のマスクデータを高速に格納する。制御系9は、メモリに格納されたマスクデータを、複数の露光モジュール7のそれぞれへ送信する。露光モジュール7は、マスクデータを受信すると、各種の露光準備を行う。すなわち、露光モジュール7は、受信したマスクデータを空間光変調器75へロードする。

40

【0062】

次に、露光装置1は、レシピに従って照度（光の情報）の計測、校正を行う。例えば、基板ステージ4に配置された照度計測器54は、空間光変調器75上に生成された照度計測用パターンからの光の照度を計測する。露光装置1は、複数の露光モジュール7のそれぞれを使い、計測された照度の計測結果を使用し、照明光学系7A内に配置された照明ウェッジ722により露光モジュール7間の照度差がなくなるよう照度の調整を行う。

【0063】

50

次に、露光装置 1 は、図 2 に示すように、光学定盤 2 1 に配置された第 2 アライメント計測系 5 B と、照明光学系 7 A 及び投影光学系 7 B との露光位置を校正用計測系 5 2 により計測する。すなわち、校正用計測系 5 2 は、照明光学系 7 A 及び投影光学系 7 B の配置と第 2 アライメント計測系 5 B（顕微鏡）の位置を計測し、これら照明光学系 7 A 及び投影光学系 7 B と第 2 アライメント計測系 5 B（顕微鏡）との相対位置関係を算出する。

【0064】

基板ステージ 4 に設けられている第 1 アライメント計測系 5 A の位置は、図 6 に示す測定部 5 1 2 のカメラの画素を基準に計測する。第 1 アライメント計測系 5 A は、投影光学系 7 B によって投影された空間光変調器 7 5 の露光パターン（例えば、テスト用のパターン）を用いて計測する。露光装置 1 は、計測結果に基づいて、照明光学系 7 A 及び投影光学系 7 B と第 1 アライメント計測系 5 A との相対位置関係を算出する。

10

【0065】

次に、基板交換部 3 は、図 6 に示すように、露光するための基板 1 0 を基板ステージ 4 上に載置する。このとき、第 1 アライメント計測系 5 A は、基板 1 0 のアライメントマーク 1 2 を観察・計測し、基板 1 0 に対する第 1 アライメント計測系 5 A の装置に対する相対位置を算出する。

【0066】

もしくは、基板ステージ 4 が第 2 アライメント計測系 5 B の下方へ移動し、第 2 アライメント計測系 5 B は、基板 1 0 のアライメントマーク 1 2 を観察・計測し、基板 1 0 に対する第 2 アライメント計測系 5 B の装置に対する相対位置を算出する。

20

【0067】

これにより、予め算出した照明光学系 7 A 及び投影光学系 7 B とアライメント計測系との相対位置関係と、基板 1 0 に対するアライメント計測系に対する相対位置とに基づいて、基板 1 0 上のどの位置にパターンが露光されるか、つまり投影位置がわかる。

【0068】

この動作で、レシピ上で露光すべき位置と、現状の基板 1 0 と投影光学系 7 B との配置関係で基板 1 0 上に露光される位置とのずれ量がわかる。本実施形態では、このずれ量を補正するために、制御系 9 は、露光データを補正する。なお、制御系 9 は、露光データで補正するだけでなく、基板ステージ 4 自体を動かして、ずれ量を小さくしたうえで、補正データを生成しても良い。この場合は、制御系 9 によるデータ補正の補正量を少なくすることができる。

30

【0069】

なお、制御系 9 は、空間光変調器 7 5 を動かして、基板 1 0 上の露光位置を変更しても良い。制御系 9 は、データ補正と基板ステージ 4 の移動とによってずれ量を補正しても良いし、データ補正と空間光変調器 7 5 の移動とによってずれ量を補正しても良いし、データ補正と基板ステージ 4 の移動と空間光変調器 7 5 の移動との組み合わせによって、ずれ量を補正しても良い。

【0070】

なお、露光装置 1 では、基板 1 0 に液晶テレビ等のパネル単位で補正値を算出し、基板ステージ 4 の補正値を求めることも可能となる。このように基板 1 0 を部分的に補正する場合には、照明光学系 7 A 及び投影光学系 7 B 毎で補正値が異なる場合がほとんどであり、照明光学系 7 A 及び投影光学系 7 B 毎に補正値を算出し、露光するデジタル露光データを補正する。

40

【0071】

制御系 9 は、露光装置 1 の各部位（計測系 5、基板ステージ 4、光学系（照明光学系 7 A、投影光学系 7 B および変調部 7 C））と接続され、測定値の送受信や露光装置 1 の各部位への制御動作の指令等を行う制御部を有する。また、制御系 9 は、空間光変調器 7 5 を駆動するためのデジタル露光データ（制御データ）を生成するデータ生成部を有する。

【0072】

制御部は、計測系 5 の計測結果に基づいて、デジタル露光データを補正する補正する機

50

能を有する。デジタル露光データの補正データは、制御系 9 のメモリに格納される。この制御系 9 は、例えば、パソコン等に組み込まれている。露光装置 1 は、制御系 9 から送信されたデジタル露光データの補正データとレシピの情報に基づいて基板ステージ 4 上の基板 10 に対して重ね露光を行う。

【0073】

なお、基板ステージ 4 におけるデータ補正を行う動作では、データの補正中にキャリブレーション等を行うことも可能である。制御系 9 は、例えば、露光中の基板ステージ 4 に設けられる照度計測器 54 や校正用計測系 52 で計測された照度等の光の情報を補正データとし、この補正データに基づいて露光モジュール 7 の照度を調整することができる。このときの光の情報は、基板ステージ 4 のデータ補正の開始前に露光モジュール 7 に送信される。なお、基板ステージ 4 でデータ補正を行っている最中に上記の光の情報を露光モジュール 7 に送信することも可能である。

【0074】

また、露光装置 1 では、複数の照明光学系 7A 及び投影光学系 7B の配列計測と合わせて露光位置とデータ補正に関する計測を先行して行い、その後に照度計測や、基板ステージ 4 に設けられる図示しない移動鏡の曲がり（真直度）補正等を行うことで、データによる補正值の算出と補正データの送信を露光動作中に行うことができる。こうして基板 10 のアライメントやモジュールの配列を考慮したデータをタクトに影響せずに送信可能である。

【0075】

上記露光装置 1 で露光される基板 10 には、予め所定の露光パターンが形成されている。つまり、露光装置 1 は、基板 10 に対し、2 回目以降の露光（以下、2nd 露光という）を行う。本実施形態では、1 回目の露光（以下、1st 露光という）は、図 7 に示すマスクを用いて露光する露光装置 8 で行う。つまり、空間光変調器 75 を用いたマスクレスの露光装置 1 は、マスク露光装置 8 で 1st 露光が行われた基板 10 を基板ステージ 4 上で支持し移動させながら、基板 10 に対して 2nd 露光となる重ね合わせ露光を行う。

【0076】

図 7 は、露光装置 8 の概略構成を示す斜視図である。

図 7 に示すように、露光装置 8 は、マスク M（図 8 参照）上に形成されたパターン（固定パターン）を基板 10 上に露光する。露光装置 8 は、基板 10 を支持して移動させる基板ステージ 80 と、光を照射する光源ユニット 81 と、照明光学系 82 と、マスク M を支持して移動させるマスクステージ 83 と、投影光学系 84 と、を備えている。

【0077】

図 8 は、露光装置 8 による基板 10 のスキャンレイアウトを示す平面図である。図 8 に示すように、露光装置 8 は、マスク M を介して投影光学系 84 によって形成される第 1 露光パターン 85 を基板 10 に露光する。その際、マスク M と基板 10 とは、投影光学系 84 を介して光学的に共役な関係に設けられる。第 1 露光パターン 85 は、第 1 列として Y 方向に所定間隔をあけて配列される第 1 露光部分 85A と、第 1 列に対し X 方向に離間すると共に第 2 列として Y 方向に所定間隔をあけて配列される第 2 露光部分 85B と、を有する。

【0078】

第 1 露光部分 85A 及び第 2 露光部分 85B は、それぞれ Y 方向に平行な 2 辺を有する等脚台形状に形成されている。第 1 露光部分 85A 及び第 2 露光部分 85B は、Y 方向において隣り合う端部（斜辺部）同士が、X 方向で対向する向きで形成されている。また、第 1 露光部分 85A 及び第 2 露光部分 85B は、Y 方向において隣り合う端部（斜辺部）同士が、Y 方向に重なり合うように配置されている。

【0079】

第 1 露光部分 85A 及び第 2 露光部分 85B に対して基板 10 を X 方向へ走査しながら露光（走査露光）を行うと、重複して露光（二重露光）される継ぎ部 85C（図 8 において二本の線で挟まれた領域）が形成される。このように、露光装置 8 は、投影光学系 84

10

20

30

40

50

によって形成される第1露光部分85A及び第2露光部分85Bを継ぎ部85Cによって継ぎ合わせることで、基板10を隙間なく露光する。

【0080】

なお、露光装置8では、投影光学系84に対して基板ステージ80とマスクステージ83とをX方向へ相対移動させるスキャン動作と、マスクステージ83に対して基板ステージ80をY方向やX方向に相対移動させるステップ移動と、を繰り返しながら、基板10全面を露光することとなる。なお、マスクMは、図8に示すように、基板10の1/4倍の大きさに限定されない。例えば、マスクMは、1/6倍や1/8倍の大きさも取り得る。

【0081】

図9は、マスクレスの露光装置1による基板10のスキャンレイアウトを示す平面図である。

10

図9に示すように、マスクレスの露光装置1は、第1露光パターン85が露光された基板10の4つの露光領域R1に、基板10をX方向に移動させながら、投影光学系7Bによって第2露光パターン90を重ねて露光する。なお、図9に示す基板10の露光領域R2は、第1露光パターン85に第2露光パターン90が重ねて露光された領域を示す。

【0082】

図9に示す基板10のうち、紙面右半分の露光領域R1は露光装置8による1st露光の露光結果を示し、紙面左半分の露光領域R2は露光装置1による2nd露光の露光結果を示している。露光装置1は、露光装置8のようなマスクMのサイズや装置上の制約がなく、第2露光パターン90を自由にレイアウトすることができる。第2露光パターン90は、Y方向に隣り合う平面視矩形形状の第2露光パターン90の端部同士を継いで、基板10の全面を露光する。

20

【0083】

ところで、ステップ・アンド・スキャン方式の露光装置8においては、マスクMを載置するマスクステージ83と基板10を載置する基板ステージ80とをX方向（走査方向）に同期移動させることにより露光を行う。このとき、マスクM及び基板10の大型化に伴い、マスクMの軌道と基板10の軌道を高精度に一致させて制御することは難しくなりつつあり、その結果、マスクMの軌道と基板10の軌道とのずれ（送り誤差）が生じる。露光装置8のこの送り誤差は、第1露光パターン85の第1列の第1露光部分85Aと第2列の第2露光部分85Bの継ぎ部85Cでの露光のずれ（継ぎムラ）を引き起こす要因となる。

30

また、図8、図9に示した第1露光部分85Aを露光する投影光学系84と、第2露光部分85Bを露光する投影光学系84との間の光学特性の僅かな違い、各投影光学系84の温度変化による機械的なドリフトや振動等によっても継ぎムラが生じる。

次に、この対策について説明するが、その前に継ぎムラの発生状態について簡単に説明する。

【0084】

図10は、露光装置8により基板10上に形成される露光像の継ぎ部分の状態を示す説明図である。図10では、露光装置8においてマスクM上でY方向に1本につながったライン状のパターンPM1、PM2、PM3を走査露光して基板10上に形成される露光像の継ぎ部分での状態を誇張して表す。図10の（A）は、走査露光中のある時刻におけるマスクMのパターンPM1～PM3と第1露光部分85Aと第2露光部分85Bとの配置を示し、図10の（B）は、その時刻で基板10に露光されるパターンPM1～PM3の各々の露光像（レジスト像）PM1'、PM2'、PM3'の状態を誇張して示す。

40

【0085】

図10の（A）において、第1露光部分85Aと第2露光部分85Bの各々を、それぞれの投影光学系84を介して基板10上に投影される投影領域（投影像）85A、85Bとすると、継ぎ誤差の多くは、Y方向に継ぎ露光される投影領域85A、85Bの相対的な位置関係が規定の状態からXY方向にわずかにずれることで発生する。ここでは、一例として、投影領域85Aが規定の位置からX方向に $\Delta X d$ 、Y方向に $\Delta Y d$ だけずれてい

50

たものとする。

【0086】

このように、継ぎ合わされる2つの投影領域（投影像）85A、85Bの間に相対的な位置ずれ（ $\Delta X d$ 、 $\Delta Y d$ ）が発生すると、図10の（B）のように、投影領域85A側で露光された露光像PM1'、PM2'、PM3'と、投影領域85B側で露光された露光像PM1'、PM2'、PM3'とが位置ずれすると共に、基板10上の継ぎ部85C内では、相対的に位置ずれた像が重ね露光されるので、線幅の変化、パターン中心位置の変化、或いは形状の変化が生じる。このような継ぎ誤差は、Y方向に一定間隔で設定される複数の継ぎ部85Cの各々で発生し得る。

【0087】

以上のように、継ぎ露光方式の露光装置8で基板10上に形成された第1層（1stレイヤ）の全体パターン中には継ぎ誤差（継ぎムラ）が発生するが、それは見方を変えれば、全体パターン中に僅かに位置変化したパターン部分、又は僅かに形状変化したパターン部分が発生することを意味する。第1層上に重ね合わせ露光すべき第2層用のパターンをマスクレス露光装置1で露光する場合、そのパターンデータは、一般に第1層用のマスクMのパターンを基準にして作成される。

従って、基板10上の第1層の全体パターン中に許容範囲外となる継ぎ誤差（継ぎムラ）が無ければ、第2層用に作成されたパターンデータに基づくマスクレス露光装置1による重ね合わせ露光でも、アライメント精度やステージ類の位置精度が良好なら、基板10上の全体パターン中のどの部分でも、十分な重ね合わせ精度が得られることになる。

【0088】

以降の説明では、「継ぎ誤差（継ぎムラ）を補正する」、「継ぎ誤差補正」と記述するが、これは基板10上に形成されたパターンに対して新たなパターンを重ね合わせ露光する際の相対的な位置ずれ誤差（重ね誤差）が小さくなるように補正するという意味でもある。

【0089】

図11は、露光装置8による第1露光パターン85と、マスクレスの露光装置1の第2露光パターン90との関係を誇張して示す説明図である。

図11の（A）に示すように、第1露光パターン85は、第1露光部分（投影領域）85Aと第2露光部分（投影領域）85Bとが継ぎ合わされている継ぎ部85Cを有している。図11の（B）中に示す複数の丸印は、第1露光部分（投影領域）85A、及び第2露光部分（投影領域）85Bの各々を生成する投影光学系84による各投影像の中心位置（すなわち露光装置8の各露光モジュールの中心座標）を示している。図11の（B）に示す丸印は、継ぎ誤差が発生しているものとし、相対的にX方向（走査移動方向）のみに位置ずれしているものとする。例えば、投影領域85A、85Bの間では、図10で説明したように $\Delta X d$ だけ位置ずれしている。

【0090】

図11の（C）に示すように、マスクレスの露光装置1は、第1露光パターン85に対し、第2露光パターン90を重ねて露光する。図11の（C）に示す複数の丸印は、第2露光パターン90を露光するマスクレス露光装置1の複数の投影光学系7Bの各々で投影される空間光変調器75の投影像の中心位置（すなわちマスクレスの露光装置1の各露光モジュール7の中心座標）を示している。第2露光パターン90中の各投影光学系7Bで露光されるパターン像（分割像）の少なくとも一つは、第1露光パターン85中の継ぎ部85C内に対応する位置に形成されている。

【0091】

図11の（C）に示すように、例えば、投影領域85A内の非継ぎ部で露光モジュール7により投影されるパターン像と、投影領域85B内の非継ぎ部で露光モジュール7により投影されるパターン像とは、 $\Delta X d$ だけX方向に位置がずれるように設定される。また、継ぎ部85C内で露光モジュール7により投影されるパターン像は、先の図10で説明したように、基板10上に形成されたパターンの中心位置がX方向に $\Delta X d / 2$ だけ位置

10

20

30

40

50

ずれする。従って継ぎ部 85C 内を露光するモジュール 7 からの投影像も $\Delta X d / 2$ だけ位置補正される。

【0092】

マスクレスの露光装置 1 は、図 1 に示すように、Y 方向に並置された複数の露光モジュール 7 を備えている。すなわち、複数の露光モジュール 7 の少なくとも一つは、継ぎ部 85C を露光するように配置されている。継ぎ部 85C を露光する露光モジュール 7 による投影領域の Y 方向の露光幅 101 は、継ぎ部 85C の露光幅 102 よりも小さくなっている。具体的に、継ぎ部 85C を露光する露光モジュール 7 は、継ぎ部 85C の露光幅 102 よりも露光幅 101 が小さくなるように、投影光学系 7B の投影倍率を設定している。これにより、継ぎ部 85C を露光する露光モジュール 7 は、継ぎ部 85C に対して第 2 露光パターン 90 を露光し、継ぎ部 85C の継ぎムラに対応した補正ができる。即ち、基板 10 上に既に形成された第 1 露光パターン 85 の全体の中で、継ぎ誤差（継ぎムラ）で生じた局所的な相対位置ずれによる重ね合わせ誤差が補正される。なお、第 2 露光パターン 90 を露光するマスクレス露光装置 1 の各露光モジュールによる Y 方向の露光幅 101 は、第 1 露光パターン 85 を露光する露光装置 8 の投影光学系 84 の 1 つによる投影領域内の継ぎ部 85C を除く Y 方向の露光幅 100 よりも小さくなっている。

【0093】

第 1 露光パターン 85 は、基板 10 に沿う平面方向のうち、走査方向（X 方向）と直交する非走査方向（Y 方向）において、継ぎ部 85C を第 1 の間隔 P1 で複数有している。また、第 2 露光パターン 90 は、同じ非走査方向（Y 方向）において、第 2 露光パターン 90 の分割像を第 1 の間隔 P1 よりも小さい第 2 の間隔 P2 で複数有している。つまり、複数の露光モジュール 7 は、非走査方向（Y 方向）において、第 1 の間隔 P1 よりも小さい第 2 の間隔 P2 で複数配置されている。なお、第 2 の間隔 P2 は、継ぎ部 85C の露光幅 102 よりも小さい。本実施形態の第 2 の間隔 P2 は、継ぎ部 85C の露光幅 102 の $1/2$ の間隔であるが、それ以下の間隔であっても構わない。

【0094】

マスクレスの露光装置 1 は、第 2 露光パターン 90 を露光する前に、アライメント動作を行う。アライメント動作とは、2nd 露光をする前に行われ、1st 露光の位置を、アライメントマーク 12 を介して計測することで、2nd 露光の露光位置を 1st 露光の露光位置に重ねるための動作である。マスクレスの露光装置 1 は、計測系 5（例えば、第 1 アライメント計測系 5A、第 2 アライメント計測系 5B）の計測結果に基づいて、複数の露光モジュール 7 の露光位置を補正する。

【0095】

図 12 は、露光装置 8 による第 1 露光パターン 85 とその周辺に形成されたアライメントマーク 120 との関係を示す説明図である。図 13 は、基板 10 の周辺に形成されたアライメントマーク 12 を示す説明図である。

図 13 にて丸印で示すアライメントマーク 12 は、上述した図 6 に示すように基板ステージ 4 に設けられた第 1 アライメント計測系 5A によって計測し、基板 10 に対する基板ステージ 4 の相対位置を算出する。

【0096】

図 12 の（A）に示すように、第 1 露光パターン 85 は、第 1 露光部分 85A と第 2 露光部分 85B とが継ぎ合わされている継ぎ部 85C を有している。図 12 の（B）にて丸印で示すアライメントマーク 120 は、1st 露光の際に、第 1 露光パターン 85 と同時に、各露光部分の両側に一対で形成されたものである。アライメントマーク 120 は、例えば、光学定盤 21 に設けられた第 2 アライメント計測系 5B によって計測する。

【0097】

第 1 露光パターン 85 の各露光部分を挟んで形成された一対のアライメントマーク 120 の相対座標を計測することで、第 1 露光パターン 85 の X 方向の位置、Y 方向の位置、 θZ 方向の角度 θ 、投影倍率 β 等を算出し、露光モジュール 7 の第 2 露光パターン 90 の補正値を算出することができる。

【0098】

また、図12の(B)に示す例では、継ぎ部85Cにも1点以上のアライメントマーク120が形成されており、継ぎ部85Cの位置も計測することができる。

なお、図12の(C)に示す例では、継ぎ部85Cにはアライメントマーク120が形成されていないが、第1露光パターン85の各露光部分を挟んで形成された一対のアライメントマーク120の相対座標から、継ぎ部85Cの位置を推定して算出することができる。

【0099】

以上のようにマスクレスの露光装置1は、計測系5（例えば、第1アライメント計測系5A、第2アライメント計測系5B）の計測結果に基づいて、複数の露光モジュール7の露光位置を補正する。補正方法の一つとして、計測したずれ量に基づいて、空間光変調器75へ送るパターンデータを補正する方法がある。具体的には、空間光変調器75ごとに、パターンデータの走査方向を+側にシフトさせる補正や-側にシフトさせる補正を行う。

【0100】

また、他の補正方法として、計測したずれ量に基づいて、露光モジュール7ごとに、投影光学系7B内の光学部材を移動させて、基板10上の投影領域の（露光開始）位置を、露光モジュール7ごとに調整する補正を行ってもよい。

【0101】

さらに他の補正方法として、計測したずれ量に基づいて、露光モジュール7ごとに、空間光変調器75を移動させて、基板10上の投影領域の位置を、露光モジュール7ごとに調整する測定方法としても良い。このように、補正方法は、空間光変調器75を含みメカ的に、光学的に、更にはデータの補正を加えることが可能であるが、一般に、ずれ量の計測後の露光開始までの短時間に膨大なデータを高速に変換することは難しいことから、主にメカ的に、光学的に補正されることが主となる。

【0102】

なお、上述した各補正方法のうち少なくとも1つの計測方法を採用することで、露光モジュール7ごとに露光開始を調整することができ、継ぎ部85Cが露光された位置に対して第2露光パターン90を重ねて露光することができる。

【0103】

以上、本発明の実施形態について説明したが、ここで本発明と上記実施形態とにおける対応関係について補足して説明する。

【0104】

(1) 上記実施形態では、第1露光部分85Aと第2露光部分85Bとが継ぎ合わされた第1露光パターン85が露光された基板10を走査方向に移動させながら、第2露光パターン90を第1露光パターン85に重ねて露光する露光装置1であって、第2露光パターン90を分割して露光する複数の露光モジュール7を備え、複数の露光モジュール7は、複数の素子を有すると共に第2露光パターン90に応じて複数の素子が制御される空間光変調器75と、空間光変調器75を照明する照明光学系7Aと、第2露光パターン90に応じて制御された空間光変調器75の像を基板10へ投影する投影光学系7Bと、を有し、複数の露光モジュール7の少なくとも一つは、第1露光部分85Aと第2露光部分85Bとが継ぎ合わされた継ぎ部85Cを露光する。

【0105】

このような構成のマスクレス露光装置1では、第1露光パターン85が露光された基板10を走査方向(X方向)に移動させながら、第2露光パターン90を重ねて露光する際に、第1露光パターン85中の第1露光部分85Aと第2露光部分85Bとが継ぎ合わされている継ぎ部85Cに対し、空間光変調器75を備える複数の露光モジュール7の少なくとも一つから投影される第2露光パターン90の一部分の投影像を高精度で細かく露光することができる。これにより、第1露光パターン85中に発生した継ぎムラ（継ぎ誤差）による位置ずれに対応した補正ができ、第2露光パターン90の全体の局所部分ごとに重ね合わせ誤差を小さくした露光ができる。

【0106】

(2) また、上記実施形態では、継ぎ部85Cを露光する露光モジュール7の露光幅101は、継ぎ部85Cの露光幅102よりも小さい。

【0107】

このような構成によれば、継ぎ部85C内に継ぎムラによって生じた基板10上のパターンの中心位置ずれや形状変化といった局所的な位置ずれを補正した第2露光パターン90の重ね露光が容易になる。また、基板10上の継ぎ部85C以外の非継ぎ部であっても、第1露光パターン85中の局所的な位置ずれに対応して、きめ細かく重ね合わせ露光できる。

【0108】

(3) また、上記実施形態では、継ぎ部85Cを露光する露光モジュール7は、継ぎ部85Cの露光幅102よりも露光幅101が小さくなるように、空間光変調器75の大きさと投影光学系7Bの投影倍率を設定している。

【0109】

このような構成によれば、空間光変調器75の大きさと投影光学系7Bの投影倍率を設定することで、簡単に、継ぎ部85Cを露光する露光モジュール7の露光幅101を、継ぎ部85Cの露光幅102よりも小さくできる。

【0110】

(4) また、上記実施形態では、複数の露光モジュール7は、走査方向と直交する非走査方向において、第1露光パターン85上で複数の継ぎ部85Cが形成された第1の間隔P1よりも小さい第2の間隔P2で複数配置されている。

【0111】

このような構成によれば、継ぎ部85Cの第1の間隔P1に比べて、Y方向に隣り合う露光モジュール7による空間光変調器75の投影領域の第2の間隔P2の方が小さいため、継ぎ部85C内を、空間光変調器75の1つ以上の投影像で露光することができる。

【0112】

(5) また、上記実施形態では、複数の露光モジュール7によって基板10を露光する前に、継ぎ部85Cの位置を計測する計測系5と、計測系5の計測結果に基づいて、複数の露光モジュール7による第2露光パターン90の露光位置を制御する制御部（制御系9）と、を備える。

【0113】

このような構成によれば、露光モジュール7ごとに露光開始を調整することができ、継ぎ部85Cが露光された位置に対して第2露光パターン90を重ねて露光することができる。

【0114】

(6) また、上記実施形態では、第2露光パターン90に応じて複数の素子を制御する制御データを生成するデータ生成部（制御系9）を備え、制御部は、計測系5の計測結果に基づいて、投影光学系7B、空間光変調器75、およびデータ生成部の少なくとも1つを制御し、複数の露光モジュール7による第2露光パターン90の露光位置を制御する。

【0115】

このような構成によれば、計測系5による計測結果に応じて、投影光学系7B、空間光変調器75、およびデータ生成部の少なくとも1つを制御し、露光モジュール7ごとに露光位置を制御し、複数の分割された第2露光パターン90のパターン部分をそれぞれ基板10上に露光することにより、継ぎムラで生じた基板10上の第1露光パターン85内の位置ずれに起因した重ね誤差を低減することができる。

【0116】

(7) また、上記実施形態では、制御部は、計測系5の計測結果に基づいて、データ生成部の制御データを補正する。

【0117】

このような構成によれば、空間光変調器75の制御データ（デジタル露光データ）を補

10

20

30

40

50

正することで、露光モジュール 7 の露光位置を制御することができる。

【0118】

(8) また、上記実施形態では、制御部は、計測系 5 の計測結果に基づいて、投影光学系 7 B による第 2 露光パターン 90 の投影位置、回転、投影倍率の少なくとも 1 つを補正する。

【0119】

このような構成によれば、投影光学系 7 B の光学部材を駆動させることで、第 2 露光パターン 90 の投影位置、回転、投影倍率の少なくとも 1 つを補正し、露光モジュール 7 の露光位置を制御することができる。

【0120】

(9) また、上記実施形態では、計測系 5 は、第 1 露光パターン 85 と共に基板 10 に形成されたアライメントマーク 12, 120 を計測する第 1 アライメント計測系 5 A 及び第 2 アライメント計測系 5 B を含む。

【0121】

このような構成によれば、アライメントマーク 12, 120 の計測結果に基づいて、露光モジュール 7 の露光位置を補正することができる。

【0122】

(10) また、上記実施形態では、第 1 露光パターン 85 が露光された基板 10 を走査方向に移動させながら、第 2 露光パターン 90 を第 1 露光パターン 85 に重ねて露光する露光装置 1 であって、第 2 露光パターン 90 を分割して露光する複数の露光モジュール 7 と、第 1 露光パターン 85 のうち露光状態が他領域の露光状態と異なる所定領域を検出する検出部と、検出部の検出結果に基づいて、露光モジュール 7 を調整する調整部と、を備え、複数の露光モジュール 7 は、複数の素子を有すると共に第 2 露光パターン 90 に応じて複数の素子が制御される空間光変調器 75 と、空間光変調器 75 を照明する照明光学系 7 A と、第 2 露光パターン 90 に応じて制御された空間光変調器 75 の像を基板 10 へ投影する投影光学系 7 B と、を有し、調整部により調整された複数の露光モジュール 7 の少なくとも一つは、所定領域上を露光する。

【0123】

ここで所定領域とは、本実施形態では、特に第 1 露光パターン 85 内の継ぎ部 85 C のことであるが、継ぎ部 85 C 以外でも、基板 10 上で第 1 層（下地層）のパターンの位置ずれが目立つ領域や露光状態（結像状態）が他の領域とは異なる領域を含む。また、第 1 露光パターン 85 のうち露光状態が他領域の露光状態と異なる所定領域を検出する検出部とは、上述した計測系 5 及び計測系 5 の計測結果に応じて所定領域を検出する制御系 9 を含む。また、調整部とは、上述した制御系 9 及び制御系 9 の制御の下にメカ的、光学的、更にはデータの補正を加えることが可能な部分を含む。

このような構成の露光装置 1 では、第 1 露光パターン 85 が露光された基板 10 を走査方向に移動させながら、第 2 露光パターン 90 を重ねて露光する際に、基板 10 上での露光状態が他の領域とは異なる領域内のパターンに重ね合わされるように、空間光変調器 75 を備える複数の露光モジュール 7 の少なくとも一つから第 2 露光パターン 90 の一部を高精度に位置決めして露光することができる。

【0124】

なお、上記実施形態では、1st 露光はマスクを用いて露光する露光装置 8 で行い、2nd 露光はマスクレスの露光装置 1 で行うと説明したが、1st 露光はマスクレスの露光装置 1 で行い、2nd 露光はマスクを用いて露光する露光装置 8 で行ってもよい。この場合、以下の構成を採用するとよい。

【0125】

(11) 基板 10 を走査方向に移動させながら第 1 露光パターンを露光する露光装置 1 であって、複数の素子を有すると共に第 1 露光パターン 85 に応じて複数の素子が制御される空間光変調器 75 と、空間光変調器 75 を照明する照明光学系 7 A と、第 1 露光パターン 85 に応じて制御された空間光変調器 75 の像を基板 10 へ投影する投影光学系 7 B と

10

20

30

40

50

、を有する露光モジュール 7 と、第 1 露光パターンが露光された基板 10 に対して、第 1 露光パターンに重ねて第 2 露光パターンを露光する別のマスク露光装置 8 に関する情報を、第 1 露光パターンを基板 10 上に露光する前に、受信する受信部と、受信部により受信した情報に基づいて、露光モジュール 7 を調整する調整部と、を備える。

【0126】

ここでいう、第 1 露光パターンは、マスクレスの露光装置 1 の 1st 露光で形成されるものである。また、ここでいう、第 2 露光パターンは、露光装置 8 の 2nd 露光で形成されるものである。また、受信部とは、露光装置 8 と通信可能なマスクレスの露光装置 1 の制御系 9（少なくとも受信機）を含む。また、調整部とは、上述した制御系 9 及び制御系 9 の制御の下にメカ的に、光学的に、更にはデータの補正を加えることが可能な部分を含む。

この構成によれば、1st 露光をマスクレスの露光装置 1 で行い、2nd 露光を露光装置 8 で露光する。露光装置 8 の露光（2nd 露光）で露光ムラ（継ぎ誤差）が発生することがわかっている場合、マスクレスの露光装置 1 による 1st 露光の段階で、敢えて露光ムラを発生させて露光する。ただし、マスク露光装置 8 の 2nd 露光で発生する露光ムラを予測した状態で 1st 露光の露光パターンの投影像の位置を補正とする。例えば、2nd 露光を露光装置 8 で行う際、図 10（A）のように、投影領域 85A が規定の位置から Y 方向に ΔY_d だけずれて、継ぎ部 85C におけるパターン中心位置は Y 方向にずれることとなるので、1st 露光をマスクレスの露光装置 1 で行う際に、継ぎ部 85C と重なることとなる領域のパターン中心位置を Y 方向にずらせばよい。つまり、露光装置 8 による 2nd 露光によって、トータルで露光ムラとして生じる重ね誤差や位置誤差が解消されるようにする。マスクレスの露光装置 1 は、1st 露光を開始する前に、2nd 露光が露光装置 8 で露光されるという情報、さらにその露光装置 8 で露光した場合の継ぎ部の位置情報、継ぎ部での露光ムラ予想の情報（予測の継ぎ誤差の情報）を受信する。マスクレスの露光装置 1 は、そのような一連の情報を受信する受信部を備えている。マスクレスの露光装置 1 は、その受信部で得られた情報に基づいて、例えば、空間光変調器 75 を制御するデータを作成及び／または露光モジュール 7 を制御し、露光ムラ（継ぎ誤差に対応した露光像の位置ずれ）を敢えて発生させる。

【0127】

（12）また、上記実施形態では、受信部は、露光装置により第 1 露光部分の一部と第 2 露光部分の一部とが継ぎ合わされて露光される基板 10 上の位置に関する情報を受信し、調整部は、情報に基づいて、露光モジュール 7 を調整する。

【0128】

このような構成のマスクレス露光装置 1 では、マスクを用いて露光する露光装置 8 で 2nd 露光する際に生じる第 1 露光部分と第 2 露光部分との継ぎ誤差等による露光ムラを予測した状態で第 1 露光パターンの投影像の位置を補正して 1st 露光することにより、2nd 露光にて露光ムラによる重ね合わせ精度の低下を抑えることができる。ここで、露光ムラとは、先の第 1 実施例でも同様であるが、継ぎ誤差（継ぎムラ）の他に、基板 10 上の部分的な領域で露光量の変動する露光量ムラ、基板 10 の表面への投影像のフォーカス合わせが部分的に変動するフォーカスムラ等が含まれる。露光量ムラやフォーカスムラは、基板 10 上に形成されるパターン線幅を設計値（目標値）から異ならせる原因になる。

【0129】

（13）また、上記実施形態のデバイス製造方法では、上記露光装置 1 を用いて基板 10 を露光することと、露光された基板 10 を現像することと、を含む。

【0130】

このような構成によれば、露光装置 1 を用いて露光された基板 10 を現像することで、継ぎ部 85C の継ぎムラ（重ね合わせ誤差）を低減したデバイスを製造することができる。

【0131】

（14）また、上記実施形態のフラットパネルディスプレイの製造方法では、上記露光装置 1 を用いてフラットパネルディスプレイ用の基板 10 を露光することと、露光された基

板 10 を現像することと、を含む。

【0132】

このような構成によれば、マスクレス露光装置 1 を用いて露光された基板 10 を現像することで、継ぎ目の有無にかかわらず、表示画素部と周辺回路部の全体でパターンの重ね合わせ誤差を一様に低減したフラットパネルディスプレイを製造することができる。なお、基板 10 上に形成される電子デバイスは、フラットパネルディスプレイ等の表示パネルに限られず、銅やアルミ等の微細な配線パターンが形成される大型の多層配線基板、液晶パネル用のカラーフィルタ板、多数のセンサーチップ（機能素子）がまとめて形成される基板であっても良い。

【0133】

以上、図面を参照してこの発明の一実施形態について詳しく説明してきたが、具体的な構成は上述のものに限られることはなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲内において様々な設計変更等を行うことが可能である。

【0134】

例えば、アライメント系は、X 方向に関して、投影光学系 7 B と離れた位置に設けられる一例、つまり投影光学系 7 B の光軸とアライメントの軸との位置がずれているオフアクシスアライメントについて説明をした。これに限らず、投影光学系 7 B の光軸とアライメント軸とが重なるオンアクシスアライメント、投影光学系 7 B を介して計測する TTL (Through the lens) の構成のアライメントを併設してもよい。

【0135】

また、例えば、空間光変調器 7 5 は、液晶素子、デジタルミラーデバイス（デジタルマイクロミラーデバイス、DMD）、磁気光学光変調器（Magneto Optic Spatial Light Modulator、MOSLM）等を含む。空間光変調器 7 5 は、照明光学系 7 A からの照明光を反射する反射型でも良いし、照明光を透過する透過型でも良いし、照明光を回折する回折型でも良い。空間光変調器 7 5 は、照明光を空間的に、且つ、時間的に変調することができる。

【0136】

また、例えば、上記実施形態では、露光装置 8 で 1 s t 露光を行い、露光装置 1 で 2 n d 露光を行う方法としているが、これに限られることはない。例えば、露光装置 8 で 1 s t 露光および 2 n d 露光を行い、マスクレス露光機（露光装置 1）で 3 r d 露光を行うような方法であってもかまわない。

さらに、第 1 実施例のように、1 s t 露光が露光装置 8 による露光であることに限定されることはなく、1 s t 露光が露光装置 1 によるものであってもよい。また、上述したように、1 s t 露光はマスクレスの露光装置 1 で行い、2 n d 露光は露光装置 8 で行ってもよい。

【0137】

〔変形例 1〕

図 1 4 は、変形例 1 に係るマスクを用いて露光する露光装置 8 の一例を示す正面図である。露光装置 8 は、図 1 4 に示すように、Y 方向に延びた円弧状の投影領域 S F を有するミラープロジェクション型の走査露光装置としても良い。その場合、基板 10 上の露光領域 R 1 の左半分の部分が、走査軌跡 S L 1 に沿って投影領域 S F で走査露光されるように基板 10 を移動させる。その後、基板 10 を Y 方向にステップ移動させてから、再び、露光領域 R 1 の右半分の部分が走査軌跡 S L 2 に沿って投影領域 S F で走査露光されるように基板 10 を移動させる。

【0138】

この構成においても、露光領域 8 の中央部分に継ぎ部 8 5 C が形成されることがある。その為、継ぎ部 8 5 C と重なる円弧状の投影領域 S F の端部分では、マスクへの照明光の Y 方向の照度分布が滑らかに傾斜するように設定される。このような露光装置 8 を用いた場合も、露光ムラ（継ぎ誤差等）が生じる可能性がある。従って、投影領域 S F の Y 方向の幅よりも十分に小さい投影領域を複数有する図 1 のようなマスクレス露光装置 1 と組み

10

20

30

40

50

合わせて、異なる層間の重ね合わせ露光を行うことで、歩留まり良く表示パネル等を製造できる。

【0139】

〔変形例2〕

図15は、変形例2に係るマスクを用いて露光する露光装置8におけるアライメントマークの位置関係を示す説明図である。図12でも説明したように、露光装置8には、複数のアライメント系が設けられる。例えば、図15のように、基板10の走査移動の方向（X方向）と直交したY方向に複数のアライメント系AL1、AL2、・・・AL5が配置される。また、基板10上にはディスプレイ等の矩形形状の露光領域R1が配置され、その周囲には複数のアライメント用のマークM1、M2、・・・M8が配置される。露光領域R1の+X方向端部付近と、-X方向の端部付近との各々には、例えば、Y方向に所定間隔で配置される8つのマークM1～M8が配置される。

10

【0140】

露光領域R1の+X側と-X側の各々に配置された8つのマークのうち、マークM2、M3、・・・M7は、それぞれ図7に示した露光装置8で設定される継ぎ部85C内に配置される。

そこで、基板10上に既に露光領域R1（下地パターン）とマークM1～M8とが形成されていて、その露光領域R1上に露光装置8で重ね合わせ露光する場合は、事前に図7に示したステージ80で基板10をXY方向に移動させて、複数のアライメント系AL1、AL2、・・・AL5によって複数のマークM1～M8の各位置を計測して、アライメントが行われる。

20

【0141】

図15のような露光領域R1と複数のマークM1～M8とが、図7の露光装置8によって同時に基板10上に露光されたものとする、基板10上のマークM1～M8の各々の相対的な位置関係には継ぎ誤差（図10中の ΔXd 、 ΔYd ）による位置ずれ誤差が含まれてくる。従って、図1～図6のマスキレス露光装置1で、図15のようなマークM1～M8付きの基板10に対して重ね合わせ露光する場合、マスキレス露光装置1の図2中に示された第2アライメント計測系5Bによって、マークM1～M8の各々の位置関係を検出することで、継ぎ誤差の程度を計測することができる。

【0142】

また、露光領域R1内にも、継ぎ部85Cの位置に設けられるマークM2～M7の各々と同じY方向の位置に、マークM2'、M3'、・・・M7'を形成しても良い。露光領域R1内にマークM2'～M7'がある場合、マスキレス露光装置1の第2アライメント計測系5Bを使って、例えば、図15中のマークM2、M4、M2'、M4'で囲まれるブロック領域Ab内でのパターン配列の位置ずれ誤差、特に非線形な変形誤差も細かく計測することができる。

30

【0143】

〔変形例3〕

図7のマスクを用いて露光する露光装置8では、投影光学系84による台形状の複数の投影領域が、走査方向（X方向）と直交したY方向に関して継ぎ合わされて露光するものであるが、走査方向に関して継ぎ露光を行うような使い方もできる。その場合、例えば基板10上のX方向の約半分までの領域内に第1マスクパターンを第1走査露光で転写した後、残りの約半分の領域内に第2マスクパターンを第2走査露光で転写する。その際、基板10上に転写される第1マスクパターンと第2マスクパターンとはX方向に継ぎ合わされる。

40

【0144】

このような継ぎ方法をスキャン継ぎ露光とも呼ぶが、この場合も、基板10上のX方向に継がれたパターン間には、継ぎ誤差が発生するので、先の各実施形態や変形例と同様の方法で、マスキレス露光装置1による重ね合わせ露光時に、継ぎ誤差に起因した位置ずれを高精度に細かく補正した重ね合わせが可能になる。

50

【 0 1 4 5 】

以上説明した実施形態に関して、更に以下の付記を開示する。

〔付記 1〕

第 1 投影光学系を介して基板上に第 1 パターンを露光することと、

前記第 1 パターンが露光された前記基板上（前記第 1 パターンに基づいて回路パターンが形成された前記基板上）に第 2 投影光学系を介して第 2 パターンを露光することと、
を含み、

前記第 1 投影光学系による前記基板上の第 1 投影領域の大きさと前記第 2 投影光学系による前記基板上の第 2 投影領域の大きさとを異ならせるデバイス製造方法。

〔付記 2〕

前記第 1 パターン及び前記第 2 パターンの一方は、マスクを介した光により露光され、

前記第 1 パターン及び前記第 2 パターンの他方は、空間光変調器を介した光により露光される、付記 1 に記載のデバイス製造方法。

〔付記 3〕

前記第 1 投影光学系及び前記第 2 投影光学系の一方を介して前記基板と前記マスクとを互いに光学的に共役な関係に配置することと、

前記第 1 投影光学系及び前記第 2 投影光学系の他方を介して前記基板と前記空間光変調器とを光学的に共役な関係に配置することと、

を含む付記 2 に記載のデバイス製造方法。

〔付記 4〕

第 1 投影光学系を介して基板上に第 1 パターンを露光することと、

前記第 1 パターンが露光された前記基板上（前記第 1 パターンに基づいて回路パターンが形成された前記基板上）に第 2 投影光学系を介して第 2 パターンを露光することと、
を含み、

前記第 1 パターン及び前記第 2 パターンの一方は、マスクを介した光により露光され、

前記第 1 パターン及び前記第 2 パターンの他方は、空間光変調器を介した光により露光される、デバイス製造方法。

【符号の説明】

【 0 1 4 6 】

1 …露光装置、5 …計測系、5 A …第 1 アライメント計測系、5 B …第 2 アライメント計測系、6 …光源ユニット、7 …露光モジュール、7 A …照明光学系、7 B …投影光学系、7 C …変調部、8 …マスク露光装置、9 …制御系、10 …基板、12 …アライメントマーク、75 …空間光変調器、80 …基板ステージ、81 …光源ユニット、82 …照明光学系、83 …マスクステージ、84 …投影光学系、85 …第 1 露光パターン、85 A …第 1 露光部分、85 B …第 2 露光部分、85 C …継ぎ部、90 …第 2 露光パターン、100 …露光幅、101 …露光幅、102 …露光幅、120 …アライメントマーク、P1 …第 1 の間隔、P2 …第 2 の間隔、R1 …露光領域、R2 …露光領域、 β …投影倍率、 θ …角度

10

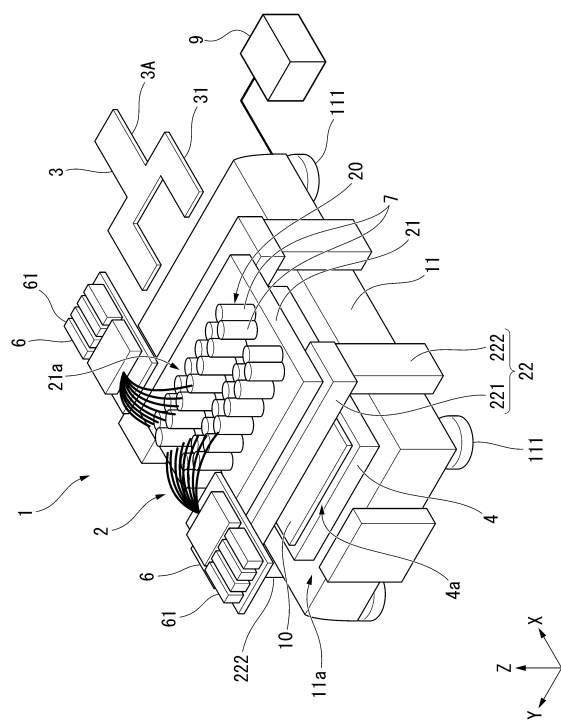
20

30

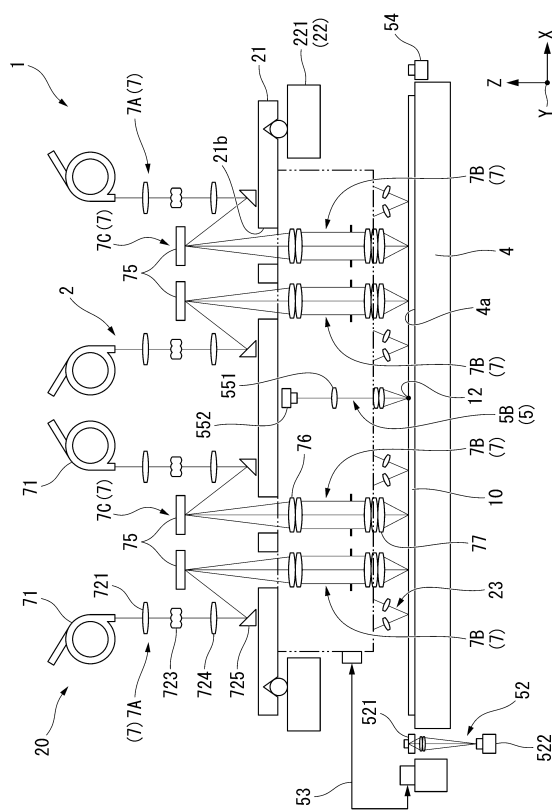
40

50

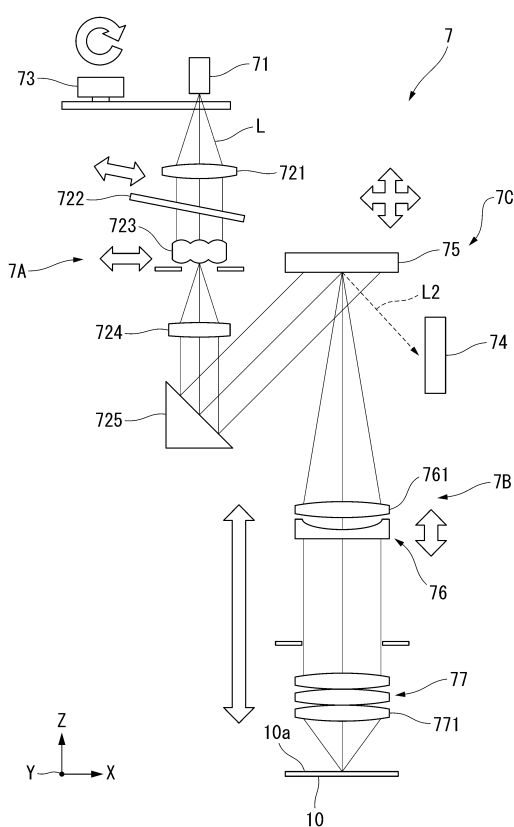
【図面】
【図 1】



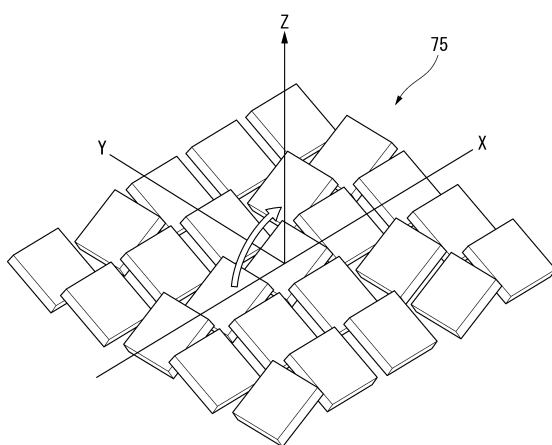
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

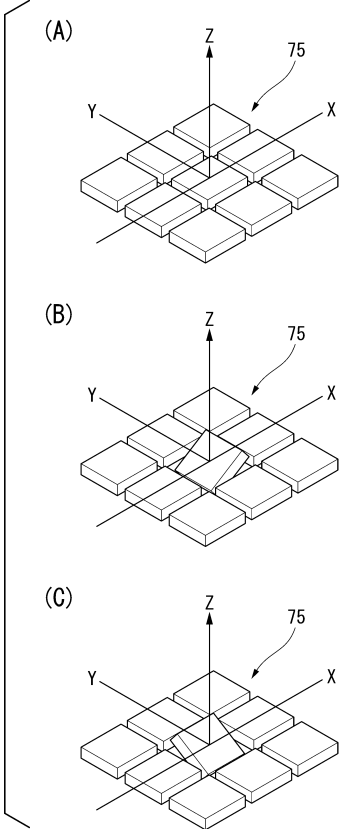
20

30

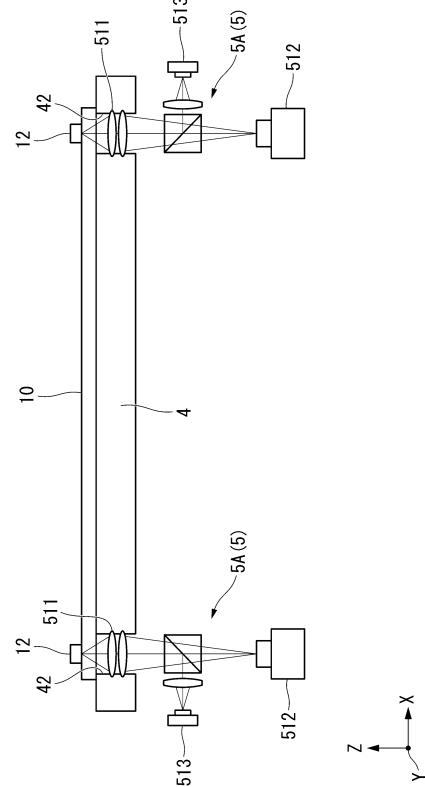
40

50

【図 5】



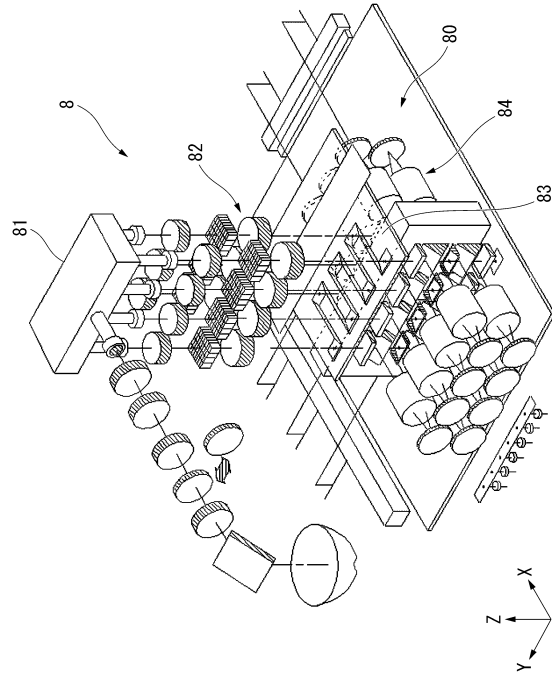
【図 6】



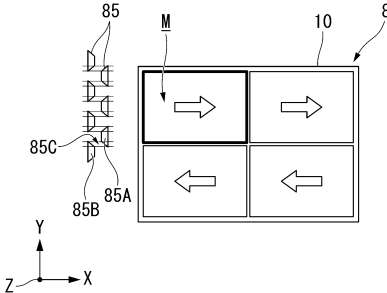
10

20

【図 7】



【図 8】

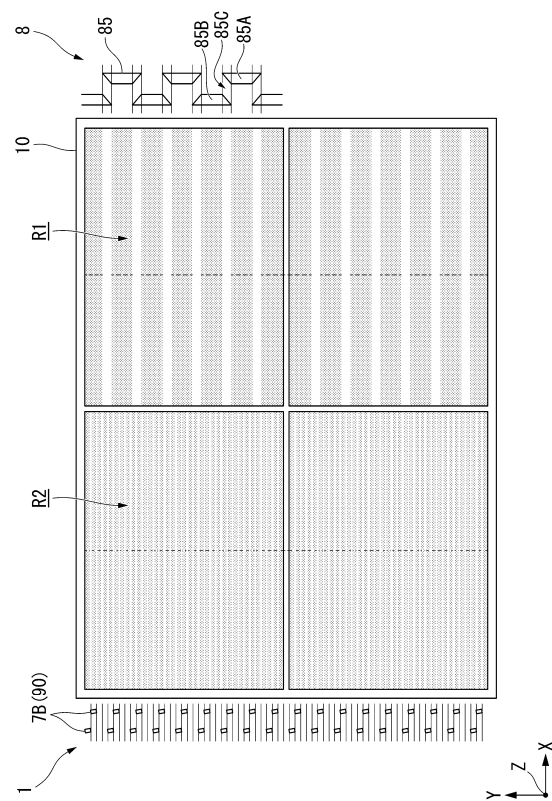


30

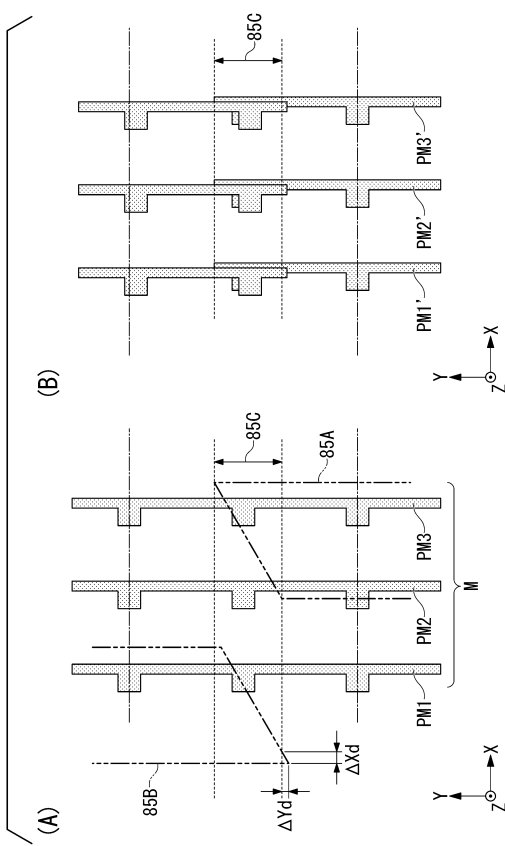
40

50

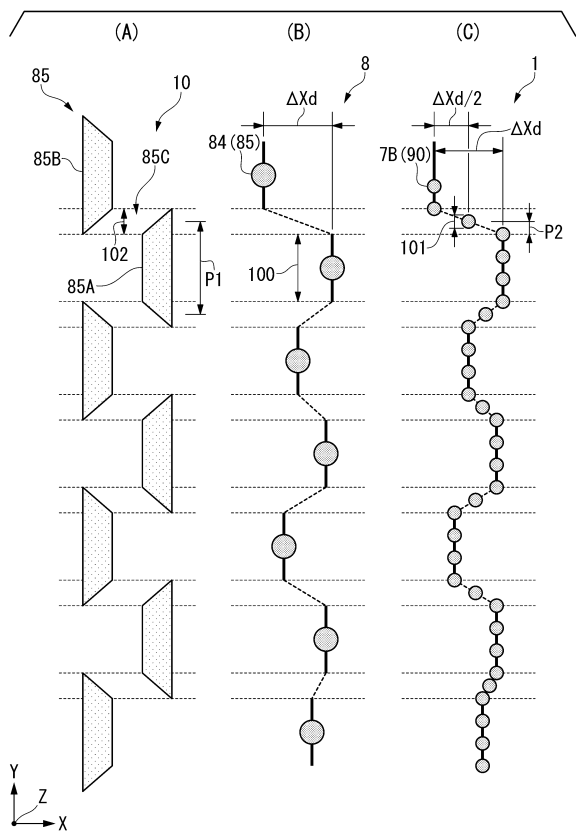
【図 9】



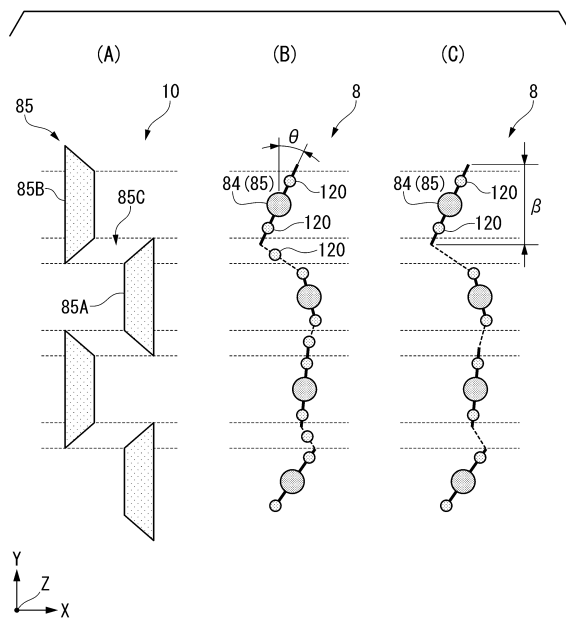
【図 10】



【図 11】



【図 12】



10

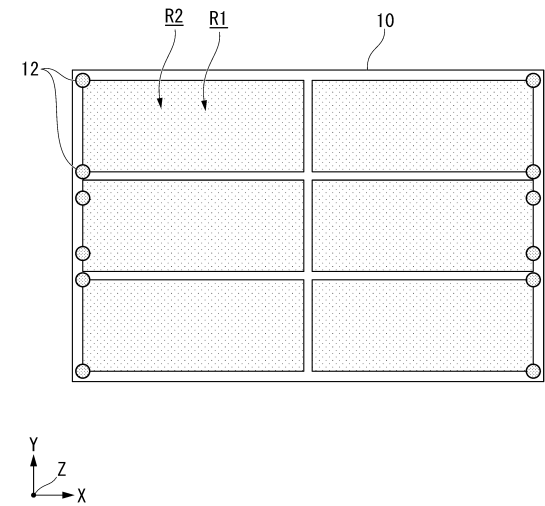
20

30

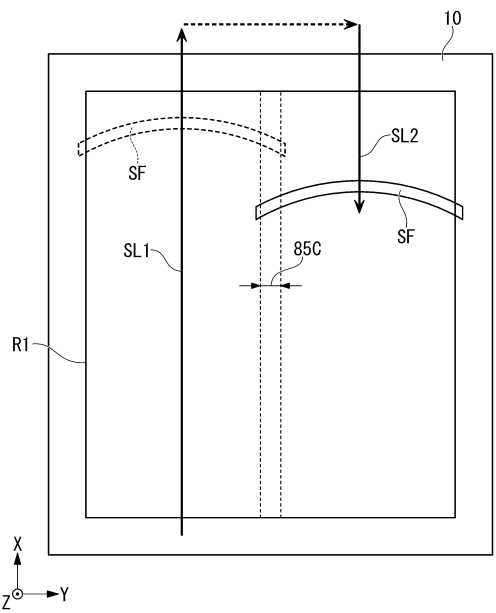
40

50

【図 1 3】



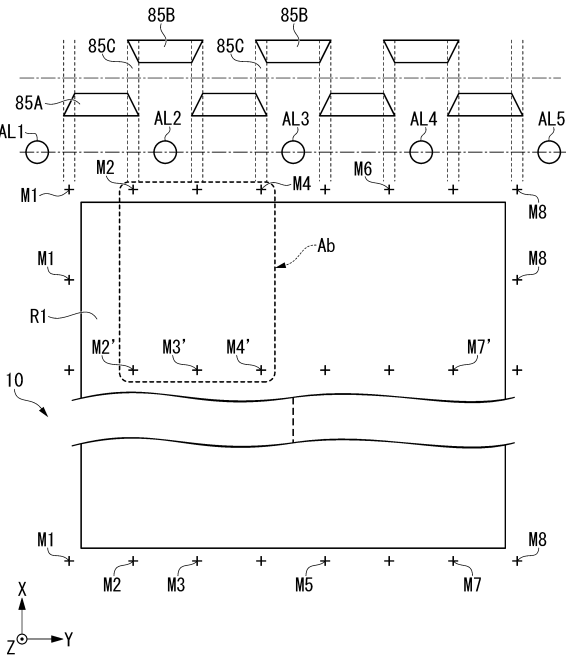
【図 1 4】



10

20

【図 1 5】



30

40

50

フロントページの続き

(56)参考文献 特開 2005-266779 (JP, A)
特開 2018-060001 (JP, A)
特開 2000-267294 (JP, A)
(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
G03F 7/20