

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6139870号
(P6139870)

(45) 発行日 平成29年5月31日 (2017.5.31)

(24) 登録日 平成29年5月12日 (2017.5.12)

(51) Int. Cl. F 1
G 0 3 F 7 / 2 0 (2006.01) G 0 3 F 7 / 2 0 5 2 1

請求項の数 10 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2012-265667 (P2012-265667)	(73) 特許権者	000001007
(22) 出願日	平成24年12月4日 (2012.12.4)		キヤノン株式会社
(65) 公開番号	特開2014-110408 (P2014-110408A)		東京都大田区下丸子3丁目30番2号
(43) 公開日	平成26年6月12日 (2014.6.12)	(74) 代理人	100076428
審査請求日	平成27年12月4日 (2015.12.4)		弁理士 大塚 康德
		(74) 代理人	100112508
			弁理士 高柳 司郎
		(74) 代理人	100115071
			弁理士 大塚 康弘
		(74) 代理人	100116894
			弁理士 木村 秀二
		(74) 代理人	100130409
			弁理士 下山 治
		(74) 代理人	100134175
			弁理士 永川 行光

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 露光方法、露光装置および物品の製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

スリット光が入射する基板上の領域における露光量の分布を調整可能な照明光学系を用いて、前記スリット光により前記基板の走査露光を行う露光方法であって、

前記基板の前記走査露光において前記基板が走査されているときに、前記スリット光が入射する領域よりも前記基板の走査方向における上流側の領域を計測する計測部によって、前記基板の表面形状を計測する計測工程と、

前記基板上における複数の位置にそれぞれ転写されるパターンの線幅の誤差がそれぞれ許容範囲に収まるように、前記走査方向と異なる方向に沿った前記領域の各位置における目標露光量の分布を、前記計測工程で計測された前記表面形状に基づいて決定する決定工程と、

前記各位置における露光量が前記目標露光量になるように、前記異なる方向における前記領域の露光量の分布を前記照明光学系を用いて調整しながら、前記基板の前記走査露光を行う露光工程と、

を含む、ことを特徴とする露光方法。

【請求項 2】

前記露光工程では、前記スリット光における前記走査方向の幅を変更することにより、前記異なる方向の露光量の分布を調整する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の露光方法。

【請求項 3】

10

20

前記照明光学系は、前記スリット光を規定する第 1 ブレードと複数の第 2 ブレードとを含み、

前記露光工程では、前記第 1 ブレードに対して各第 2 ブレードを前記走査方向に移動させることにより、前記スリット光における前記走査方向の幅を変更する、ことを特徴とする請求項 2 に記載の露光方法。

【請求項 4】

前記照明光学系は、複数の光源を含み、

前記露光工程では、前記複数の光源の各々から射出される光の強度を変更することにより前記異なる方向の露光量の分布を調整する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の露光方法。

10

【請求項 5】

前記照明光学系は、光源から射出された光の方向を変える複数のミラーを有するデジタルミラーデバイスを含み、

前記露光工程では、前記複数のミラーの各々の角度を個別に変更することにより前記異なる方向の露光量の分布を調整する、ことを特徴とする請求項 1 に記載の露光方法。

【請求項 6】

前記露光工程では、前記領域における光軸方向の平均位置がベストフォーカス位置になるように前記基板の前記光軸方向の位置を変えながら走査露光する、ことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のうちいずれか 1 項に記載の露光方法。

【請求項 7】

20

前記計測部は、前記異なる方向に沿って配置された複数の計測ユニットを含み、

前記計測工程では、前記複数の計測ユニットを使って、前記基板の前記走査露光において前記基板が走査されているときに、前記基板の表面形状を計測する、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の露光方法。

【請求項 8】

スリット光により基板を走査露光する露光装置であって、

前記スリット光が入射する前記基板上の領域における露光量の分布を調整可能な照明光学系と、

前記基板の前記走査露光において前記基板が走査されているときに、前記スリット光が入射する領域よりも前記基板の走査方向における上流側の領域を計測することによって前記基板の表面形状を計測する計測部と、

30

前記基板上における複数の位置にそれぞれ転写されるパターンの線幅の誤差がそれぞれ許容範囲に収まるように、前記走査方向と異なる方向に沿った前記領域の各位置における目標露光量の分布を、前記計測部により計測された前記表面形状に基づいて決定する決定部と、を有し、

前記照明光学系は、前記基板の前記走査露光において前記基板が走査されているときに、前記各位置における露光量が前記目標露光量になるように、前記異なる方向における前記領域の露光量の分布を調整する、ことを特徴とする露光装置。

【請求項 9】

前記計測部は、前記異なる方向に沿って配置された複数の計測ユニットを含む、ことを特徴とする請求項 8 に記載の露光装置。

40

【請求項 10】

請求項 9 に記載の露光装置を用いて基板を露光するステップと、

前記ステップで露光された前記基板を現像するステップと、

を有することを特徴とする物品の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、露光方法、露光装置および物品の製造方法に関する。

【背景技術】

50

【 0 0 0 2 】

液晶パネルや半導体デバイスなどの製造では、マスクやレチクルなどの原版のパターンを、レジストが塗布されたガラス板やウェハなどの基板に転写する露光工程が含まれる。そして、このような露光工程では、解像線幅を小さくするとともに、基板上に転写されるパターンの線幅を高精度に制御することが要求されている。

【 0 0 0 3 】

しかしながら、解像線幅を小さくすると焦点深度が浅くなってしまうため、基板表面の凹凸形状によるデフォーカスが大きな問題となってしまう。例えば、液晶パネルに用いられるガラス基板の表面には、その製造方法により、一定方向に沿って大きな凹凸形状が生じてしまう。このように基板表面に凹凸形状が生じていると、基板表面を焦点深度の範囲内に収めることができず、即ち、デフォーカスが発生してしまい、パターンの線幅を高精度に制御することが困難になってしまいうる。そこで、走査型の露光装置において、当該一定方向を露光装置の走査方向に一致させ、基板表面の凹凸形状によるデフォーカス量に応じて光源の強度を調整する方法が提案されている（特許文献 1 参照）。また、走査方向における基板表面の凹凸形状に応じて基板ステージの高さを調整する方法も提案されている（特許文献 2 参照）。

10

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

【 0 0 0 4 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 5 - 1 1 6 5 7 4 号公報

20

【 特許文献 2 】 特開 2 0 0 1 - 0 3 6 0 8 8 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 5 】

特許文献 1 および 2 に記載された方法では、走査方向における基板表面の凹凸形状に応じて光源の強度や基板ステージの高さを調整しているため、走査方向における位置に応じて生じるパターンの線幅の誤差を抑制することができる。しかしながら、近年、回路パターンの微細化や高集積化に伴って、基板上に転写されるパターンの線幅を更に高精度に制御することが要求されている。そのため、走査方向における位置だけでなく、走査方向と異なる方向における位置に応じて生じるパターンの線幅の誤差も抑制することが重要になってきている。

30

【 0 0 0 6 】

そこで、本発明は、基板上に転写されるパターンの線幅を高精度に制御する上で有利な技術を提供することを例示的目的とする。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 7 】

本発明の 1 つの側面は、スリット光が入射する基板上の領域における露光量の分布を調整可能な照明光学系を用いて、前記スリット光により前記基板の走査露光を行う露光方法であって、前記基板の前記走査露光において前記基板が走査されているときに、前記スリット光が入射する領域よりも前記基板の走査方向における上流側の領域を計測する計測部によって、前記基板の表面形状を計測する計測工程と、前記基板上における複数の位置にそれぞれ転写されるパターンの線幅の誤差がそれぞれ許容範囲に収まるように、前記走査方向と異なる方向に沿った前記領域の各位置における目標露光量の分布を、前記計測工程で計測された前記表面形状に基づいて決定する決定工程と、前記各位置における露光量が前記目標露光量になるように、前記異なる方向における前記領域の露光量の分布を前記照明光学系を用いて調整しながら、前記基板の前記走査露光を行う露光工程と、を含む。

40

【 発明の効果 】

【 0 0 0 8 】

本発明によれば、例えば、基板上に転写されるパターンの線幅を高精度に制御する上で有利な技術を提供することができる。

50

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】第1実施形態の露光装置を示す図である。

【図2】第1実施形態のスリット規定部材を示す図である。

【図3】第1実施形態の計測部の構成を示す図である。

【図4】第1実施形態の露光装置における露光方法を示すフローチャートである。

【図5】フォーカス - 線幅誤差特性、および線幅誤差 - 露光量特性を示す図である。

【図6】第2実施形態の露光装置を示す図である。

【図7】第3実施形態の露光装置を示す図である。

【発明を実施するための形態】

10

【0010】

以下、添付図面を参照して、本発明の好適な実施の形態について説明する。なお、各図において、同一の部材ないし要素については同一の参照番号を付し、重複する説明は省略する。また、各図において、基板面上で互いに直交する方向をそれぞれX方向およびY方向とし、基板面に直交する方向をZ方向とする。

【0011】

< 第1実施形態 >

本発明の第1実施形態の露光装置100について、図1を参照しながら説明する。第1実施形態の露光装置100は、スリット光により基板を走査露光する露光装置であり、照明光学系1と、アライメントスコープ2と、投影光学系4と、基板ステージ17と、計測部18と、制御系19とを含む。また、原版3は、アライメントスコープ2と投影光学系4との間に配置されており、基板16は、基板ステージ17に保持されている。

20

【0012】

照明光学系1は、例えば、光源5と、第1コンデンサレンズ6と、フライアイレンズ7と、平面鏡11と、第2コンデンサレンズ8と、スリット規定部材9と、結像光学系10とを含む。光源5は、例えば、高圧水銀ランプと楕円ミラーとを含みうる。光源5により射出された光は、第1コンデンサレンズ6およびフライアイレンズ7を通過した後、平面鏡11によって光路を折り曲げられ、スリット規定部材9に入射する。スリット規定部材9は、原版3の照明範囲（即ち、原版3を照明するスリット光の断面形状）を、例えば、X方向に長い円弧状になるように規定する。結像光学系10は、スリット規定部材9によって規定されたスリット光を投影光学系4の物体面（原版3）に照明させるように配置されている。また、アライメントスコープ2は、原版3のアライメントマークと基板16のアライメントマークとを、投影光学系4を介して同時に検出する。

30

【0013】

投影光学系4は、第1平行平板13a、平面鏡14、凹面鏡12、凸面鏡15および第2平行平板13bを含むように構成されており、照明光学系1により照明される原版3の图案の像を基板16に投影する。原版3は投影光学系4の物体面に、基板16は投影光学系4の像面にそれぞれ配置されている。投影光学系4は、等倍結像光学系、拡大結像光学系および縮小結像光学系のいずれとしても構成されうるが、第1実施形態の露光装置100では等倍の光学系として構成されている。原版3を通過したスリット光は、第1平行平板13a、平面鏡14の第1面14a、凹面鏡12の第1面12a、凸面鏡15、凹面鏡12の第2面12b、平面鏡14の第2面14b、および第2平行平板13bを経て基板16上に入射する。これにより、照明光学系1により照明された原版3の图案の像は、基板上に結像される。

40

【0014】

このように構成された露光装置100では、原版3と基板16とを、基板面と平行な方向（第1実施形態ではY方向）に、投影光学系4の投影倍率に応じた速度比で走査させることにより、原版3の图案を基板16に転写することができる。そして、このような露光装置100では、解像線幅を小さくするとともに、基板上に転写される图案の線幅を高精度に制御することが要求されている。しかしながら、解像線幅を小さくすると焦

50

点深度が浅くなってしまうため、基板表面の凹凸形状によるデフォーカスが大きな問題となってしまう。例えば、液晶パネルに用いられるガラス基板の表面には、その製造方法により、一定方向に沿って大きな凹凸形状が生じてしまう。このように基板表面に凹凸形状が生じていると、基板表面を焦点深度の範囲内に収めることができず、即ち、デフォーカスが発生してしまい、パターンの線幅を高精度に制御することが困難になってしまいうる。そこで、走査型の露光装置において、当該一定方向を露光装置の走査方向に一致させ、基板表面の凹凸形状によるデフォーカス量に応じて光源の強度や基板ステージの高さを調整する方法が、特許文献 1 および 2 に提案されている。

【 0 0 1 5 】

特許文献 1 および 2 に記載された方法では、走査方向における基板表面の凹凸形状に応じて光源の強度や基板ステージの高さを調整しているため、走査方向における位置に応じて生じるパターンの線幅の誤差を抑制することができる。しかしながら、近年、回路パターンの微細化や高集積化に伴って、基板上に転写されるパターンの線幅を更に高精度に制御することが要求されている。そのため、走査方向における位置だけでなく、走査方向と異なる方向における位置に応じて生じるパターンの線幅の誤差も抑制することが重要になってきている。そこで、第 1 実施形態の露光装置 1 0 0 は、走査方向（Y 方向）と異なる第 1 方向（第 1 実施形態では X 方向）におけるパターンの線幅も制御できるように構成されている。

【 0 0 1 6 】

第 1 実施形態では、照明光学系 1 のスリット規定部材 9 が、第 1 方向の位置に応じてスリット光の形状を変更できるように構成されている。これにより、スリット光が入射する基板上の領域（入射領域）において、第 1 方向の露光量の分布を調整し、パターンの線幅の誤差を抑制することができる。また、露光装置 1 0 0 は、第 1 方向（X 方向）における基板 1 6 の表面形状を計測する計測部 1 8 と、基板 1 6 の表面形状に基づいて照明光学系 1（スリット規定部材 9）を制御する制御系 1 9 とを含む。以下に、スリット規定部材 9、計測部 1 8 および制御系 1 9 について説明する。

【 0 0 1 7 】

まず、第 1 実施形態のスリット規定部材 9 の構成について、図 2 を参照しながら説明する。図 2 に、第 1 実施形態のスリット規定部材 9 の構成を示す。スリット規定部材 9 は、例えば、第 1 ブレード 9 a と複数の第 2 ブレード 9 b とを含む。複数の第 2 ブレード 9 b は第 1 方向（X 方向）に沿って配列しており、各第 2 ブレード 9 b には、それを走査方向（Y 方向）に駆動するための駆動機構（不図示）が備えられている。そして、駆動機構により、第 1 ブレード 9 a に対して各第 2 ブレード 9 b を走査方向に移動させる、即ち、第 1 ブレード 9 a と各第 2 ブレード 9 b との間の距離（スリット幅）を変えることで、スリット光における走査方向の幅をそれぞれ調整することができる。例えば、第 2 ブレード 9 b₁ を Y 方向に沿って移動させることにより、第 1 ブレード 9 a と第 2 ブレード 9 b₁ との間のスリット幅を変えることができる。これにより、第 1 ブレード 9 a と第 2 ブレード 9 b₁ により規定されたスリット光において、走査方向（Y 方向）の幅を変えることができるため、露光時間を調整することができる。第 1 実施形態ではスリット光の入射領域において照度が一定であるため、露光時間を調整することは、露光量を調整することを意味している。ここで、図 2 では、スリット光の断面形状を円弧状としているが、それに限られるものではなく、例えば矩形形状としてもよい。

【 0 0 1 8 】

次に、基板 1 6 の表面形状を計測する計測部 1 8 について、図 3 を参照して説明する。計測部 1 8 は、投影光学系 4 においてスリット光が射出する部分より、走査方向における上流側（Y 方向側）に配置されている。即ち、計測部 1 8 は、スリット光が入射する基板上の領域より、走査方向における上流側の基板の表面形状を計測できるように配置されている。そして、計測部 1 8 は、照射部 3 1 a と受光部 3 1 b とにより構成される計測ユニット 3 0 を、例えば、スリット規定部材 9 における第 2 ブレード 9 b の数と同じ数だけ複数含んでいる。複数の計測ユニット 3 0 は、各第 2 ブレード 9 b に対応するように、走査

10

20

30

40

50

方向と異なる第1方向(X方向)に沿って配列している。各計測ユニット30に含まれる照射部31aは、基板16の被露光面に対して斜めから光を照射する。また、各計測ユニット30に含まれる受光部31bは、同じ計測ユニット30に含まれる照射部31aから射出され、被露光面で反射した光を受光する。受光部31bは、例えば、CCDで構成されており、受光した光の強度を電気信号に変換し、計測ユニット30と被露光面との距離を計測する。このように構成された計測部18は、基板ステージ17を-Y方向に移動させて走査露光している際に、スリット光が入射する基板上の領域における表面形状を、当該領域が露光される前に計測することができる。例えば、基板上の位置32aを露光する場合、位置32aがスリット光により露光される前に、位置32aにおける表面形状を計測部18の計測ユニット30aにより計測することができる。このように、複数の計測ユニット30をX方向に沿って配列し、走査露光の際に表面形状を計測できるように計測部18を構成することで、基板の表面形状を計測する時間を短縮することができる。ここで、第1実施形態の計測部18は、基板ステージ17を-Y方向に移動させて走査露光している際に表面形状を計測しているが、それに限られるものではない。例えば、走査露光を開始する前に、基板ステージ17をXY方向に移動させて基板全面の表面形状を予め計測してもよい。この場合、計測部18は、計測ユニット30を1つだけ含むように構成されてもよい。

10

【0019】

制御系19は、計測部18により計測された基板16の表面形状に基づいて、照明光学系1(スリット規定部材9)を制御する。制御系19は、ステージ駆動部19aと、決定部19bと、調整部19cと、記憶部19dとを含むように構成されている。ステージ駆動部19aは、基板ステージ17を走査方向であるY方向だけでなく、X方向およびZ方向にも駆動する。決定部19bは、基板上における複数の位置にそれぞれ転写されるパターンの線幅の誤差が許容範囲に収まるように、少なくとも第1方向に沿った基板上の各位置における目標露光量の分布を、計測部18により計測された基板16の表面形状に基づいて決定する。調整部19cは、基板上の各位置における露光量がそれぞれ目標露光量になるように、スリット規定部材9における各第2ブレード9bの移動を制御し、第1方向における基板の露光量の分布を調整する。記憶部19dは、実験やシミュレーションなどにより予め取得したフォーカス-線幅誤差特性(図5(a))および線幅誤差-露光量特性(図5(b))を記憶する。図5(a)に示すフォーカス-線幅誤差特性は、フォーカスに対する、当該フォーカスで露光を行った際に基板上に形成されるパターンの線幅と目標線幅との差(線幅誤差)を示す特性である。目標線幅とは、ベストフォーカスで露光を行った際に基板上に形成されるパターンの線幅をいう。また、図5(b)に示す線幅誤差-露光量特性は、線幅誤差に対する、当該線幅誤差を抑制することができる露光量(目標露光量)を示す特性である。

20

30

【0020】

ここで、第1実施形態の露光装置100において、基板16の表面形状に基づいてスリット規定部材9を制御しながら露光する方法を、図4を参照しながら説明する。図4は、第1実施形態の露光装置100における露光方法を示すフローチャートである。S41では、制御系19は、基板16(被露光面)における光軸方向(Z方向)の位置が、図5(a)のベストフォーカス位置になるように、ステージ駆動部19aにより基板ステージ17を駆動する。S42では、制御系19は、計測部18で計測された基板16の表面形状を決定部19bにより取得する。S43では、制御系19は、基板上における複数の位置にそれぞれ転写されるパターンの線幅の誤差が許容範囲に収まるように、S42で取得された表面形状に基づいて、基板上の各位置における目標露光量を決定部19bにより決定する。決定部19bは、各計測ユニット30により計測された基板16の表面形状に基づいてデフォーカス量(ベストフォーカスからのずれ量)を算出し、当該デフォーカス量において露光した際の線幅誤差を、記憶部19dに記憶された図5(a)を用いて導出する。そして、決定部19bは、記憶部19dに記憶された図5(b)を用いて、図5(a)により導出された線幅誤差を抑制することができる露光量(目標露光量)を決定する。例え

40

50

ば、図3に示す計測ユニット30aは基板上の位置32aにおける高さ（Z方向）を計測する。そして、決定部19bは、この位置32aにおける高さに基づいてデフォーカス量Aを算出し、当該デフォーカス量Aにおいて露光を行った際に基板上の位置32aに形成されるパターンの線幅と目標線幅との差（線幅誤差B）を図5（b）を用いて導出する。決定部19bは、この線幅誤差Bを抑制することができる目標露光量Cを、図5（b）を用いて決定する。同様に、決定部19bは、基板上の各位置32a～32dにおける目標露光量をそれぞれ決定する。これにより、決定部19bは、少なくとも第1方向に沿った基板上の各位置における目標露光量の分布を決定することができる。ここで、第1実施形態の決定部19bでは、目標露光量を決定する際に2つの特性が用いられているが、それに限られるものではない。例えば、デフォーカス量から目標露光量を直接決定できるように、デフォーカス量・露光量特性を実験やシミュレーションより予め取得し、決定部19bは、デフォーカス量から目標露光量を当該特性を用いて直接決定してもよい。

10

【0021】

S44では、制御系19は、基板上の各位置における露光量が目標露光量になるように、第1方向（X方向）における基板の露光量の分布を調整部19cにより調整する。また、S45では、調整された露光量の分布に基づいて、基板を走査露光する。調整部19cは、スリット規定部材9における各第2ブレード9bの位置（Y方向）をそれぞれ調整し、スリット光のY方向（走査方向）の幅を変更する。例えば、図3に示す計測ユニット30aにより計測された基板上の位置32aは、計測ユニット30aによる計測後、スリット光の入射領域に移動する。このとき、調整部19cは、計測ユニット30aに対応する、スリット規定部材9における第2ブレード9b₁のY方向の位置を調整し、位置32aが第1ブレード9aと第2ブレード9b₁の間を通過する距離を変更する。これにより、位置32aが第1ブレード9aと第2ブレード9b₁の間を通過する時間、即ち、位置32aにスリット光が照射される時間（露光時間）を調整することができる。第1実施形態では、スリット光の入射領域において照度が一定であるため、調整部19cが第2ブレード9b₁のY方向の位置を調整することにより、位置32aにおける露光量を目標露光量に近づけることができる。その結果、基板上の位置32aに形成されるパターンの線幅を目標線幅に近づけることができる。同様に、調整部19cが第2ブレード9b₂～9b₄のY方向の位置を調整することにより、基板上の各位置32b～32dにおける露光量を目標露光量に近づけることができ、各位置32b～32dに形成されるパターンの線幅を目標線幅に近づけることができる。このように、第1実施形態では、スリット規定部材9における各第2ブレード9bのY方向の位置を調整部19cにより調整し、スリット光の入射領域における第1方向（X方向）の露光量の分布を調整している。これより、基板上における複数の位置で、パターンの線幅を高精度に制御することができる。

20

30

【0022】

ここで、第1実施形態では、基板16（被露光面）の光軸方向（Z方向）の位置を一定とした状態で、X方向の露光量の分布を調整して走査露光を行ったが、それに限られるものではない。例えば、スリット光の入射領域におけるZ方向の平均位置、即ち、計測部18の各計測ユニット30で計測された各位置32の高さ（Z方向）の平均値がベストフォーカス位置になるように、基板16のZ方向の位置を変えながら走査露光を行ってもよい。この場合、制御系19は、基板16のZ方向の位置を考慮して、露光量の分布（X方向）を調整する必要がある。

40

【0023】

上述したように、第1実施形態の露光装置100は、走査方向と異なる第1方向における基板16の表面形状を計測し、その計測結果に基づいて、照明光学系1のスリット規定部材9によりスリット光の入射領域における露光量の分布（第1方向）を調整する。これにより、露光装置100は、走査方向における位置だけでなく、走査方向と異なる第1方向における位置に応じて生じるパターンの線幅の誤差も抑制することができる。即ち、露光装置100は、基板上に転写されるパターンの線幅を、基板全面において高精度に制御することができる。

50

【 0 0 2 4 】

< 第 2 実施形態 >

本発明の第 2 実施形態の露光装置 2 0 0 について、図 6 を参照しながら説明する。第 2 実施形態の露光装置 2 0 0 は、第 1 実施形態の露光装置 1 0 0 と比較して、スリット光の入射領域における露光量の分布を調整する方法が異なっている。露光装置 2 0 0 では、スリット光の入射領域において、走査方向と異なる第 1 方向（X 方向）における露光量の分布が調整可能になるように、複数の光源（光源アレイ 2 1）がスリット規定部材 9 におけるスリット形状に基づいて配置されている。例えば、当該スリット形状が円弧状であれば、光源アレイ 2 1 における複数の光源も円弧状に配列される。そして、露光装置 2 0 0 は、スリット規定部材 9 におけるスリット幅でなく、各光源から射出される光の強度を制御系 1 9 によりそれぞれ制御して、スリット光の入射領域における露光量の分布を調整している。

10

【 0 0 2 5 】

図 6 は、第 2 実施形態の露光装置 2 0 0 を示す図である。第 2 実施形態の照明光学系 1 は、複数の光源が、例えば、スリット規定部材 9 におけるスリット形状に基づいて円弧状に配列した光源アレイ 2 1 を含む。そして、光源アレイ 2 1 の各光源では、計測部 1 8 の各計測ユニット 3 0 により計測された基板上の各位置 3 2 の高さ（Z 方向）に基づいて、射出する光の強度が制御系 1 9 により制御される。制御系 1 9 は、ステージ駆動部 1 9 a と、決定部 1 9 b と、調整部 1 9 c と、記憶部 1 9 d とを含むように構成されている。ここでは、ステージ駆動部 1 9 a、決定部 1 9 b および記憶部 1 9 c については、第 1 実施形態と同様であるため説明を省略する。調整部 1 9 c は、基板上の各位置における露光量が決定部 1 9 b により決定された目標露光量になるように、光源アレイ 2 1 の各光源において光の強度を調整する。例えば、図 3 に示す計測ユニット 3 0 a により計測された位置 3 2 a は、計測ユニット 3 0 a による計測後、スリット光の入射領域に移動する。このとき、調整部 1 9 c は、位置 3 2 a に照射される光を射出する光源において、射出する光の強度を調整する。第 2 実施形態では、スリット規定部材 9 におけるスリット幅が一定、即ち、位置 3 2 a に光が照射される時間（露光時間）が一定である。そのため、位置 3 2 a に照射される光の照度を調整することにより、位置 3 2 a における露光量を目標露光量に近づけることができる。ここで、図 6 において、照明光学系 1 は、1 枚の第 1 コンデンサレンズ 6 で構成されているが、各光源に対応するように複数の第 1 コンデンサレンズで構成してもよい。

20

30

【 0 0 2 6 】

上述したように、第 2 実施形態の露光装置 2 0 0 では、照明光学系 1 は、スリット光の入射領域において、走査方向と異なる第 1 方向における露光量の分布を調整できるように複数の光源を含んでいる。そして、露光装置 2 0 0 は、第 1 方向における基板の表面形状を計測し、その計測結果に基づいて各光源における光の強度をそれぞれ調整することにより、第 1 方向における基板の露光量の分布を調整している。これにより、露光装置 2 0 0 は、走査方向における位置だけでなく、走査方向と異なる第 1 方向における位置に応じて生じるパターンの線幅の誤差も抑制することができる。即ち、露光装置 2 0 0 は、基板上に転写されるパターンの線幅を、基板全面において高精度に制御することができる。

40

【 0 0 2 7 】

< 第 3 実施形態 >

本発明の第 3 実施形態の露光装置 3 0 0 について、図 7 を参照しながら説明する。第 3 実施形態の露光装置 3 0 0 は、第 1 実施形態の露光装置 1 0 0 と比較して、スリット光の入射領域における露光量の分布を調整する方法が異なっている。露光装置 3 0 0 では、照明光学系 1 に、平面鏡 1 1 として、光源 5 から射出された光の方向を変える複数のミラーを有するデジタルミラーデバイス（DMD）2 3 を含んでいる。そして、露光装置 3 0 0 は、DMD 2 3 に含まれる各ミラーにおける光の反射方向を制御系 1 9 により個別に制御して、スリット光の入射領域における露光量の分布を調整している。

【 0 0 2 8 】

50

図7は、第3実施形態の露光装置300を示す図である。第3実施形態の照明光学系1は、光源5から射出された光の方向を変える複数のミラーを有するDMD23を含む。そして、DMD23の各ミラーでは、計測部18の各計測ユニット30により計測された基板上の各位置32の高さ(Z方向)に基づいて、各ミラーの角度が制御系19により個別に制御される。これにより、各ミラーにおける光の反射方向を変更することができ、スリット光の入射領域において、露光量を増加させたい部分に光を局所的に集めることができる。制御系19は、ステージ駆動部19aと、決定部19bと、調整部19cと、記憶部19dとを含むように構成されている。ここでは、ステージ駆動部19a、決定部19bおよび記憶部19cについては、第1実施形態と同様であるため説明を省略する。調整部19cは、基板上の各位置における露光量が決定部19bにより決定された目標露光量になるように各ミラーの角度を個別に調整する。例えば、図3に示す計測ユニット30aにより計測された位置32aは、計測ユニット30aによる計測後、スリット光の入射領域に移動する。このとき、調整部19cは、例えば、位置32aの露光量を増加させたい場合は、位置32aに光が集まるように各ミラーの角度を調整する。第3実施形態では、スリット規定部材9におけるスリット幅が一定、即ち、位置32aに光が照射される時間(露光時間)が一定である。そのため、位置32aに照射される光の照度を調整することにより、位置32aにおける露光量を目標露光量に近づけることができる。

【0029】

上述したように、第3実施形態の露光装置300では、スリット光の入射領域において、走査方向と異なる第1方向における露光量の分布を調整できるように、照明光学系1に平面鏡11としてDMD23が含まれている。DMD23は、光源5から射出された光の方向を変える複数のミラーを有する。そして、露光装置300は、第1方向における基板16の表面形状を計測し、その計測結果に基づいて各ミラーの角度を個別に調整することにより、第1方向における基板の露光量の分布を調整している。これにより、露光装置300は、走査方向における位置だけでなく、走査方向と異なる第1方向における位置に応じて生じるパターンの線幅の誤差も抑制することができる。即ち、露光装置300は、基板上に転写されるパターンの線幅を、基板全面において高精度に制御することができる。

【0030】

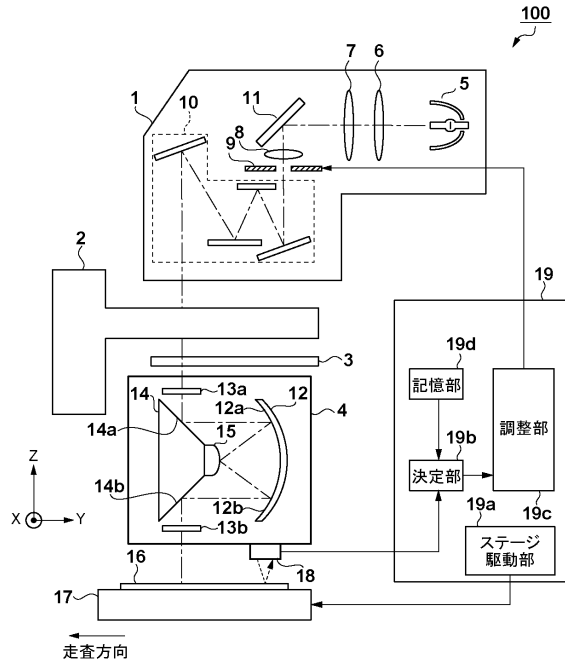
< 物品の製造方法の実施形態 >

本発明の実施形態にかかる物品の製造方法は、例えば、半導体デバイス等のマイクロデバイスや微細構造を有する素子等の物品を製造するのに好適である。本実施形態の物品の製造方法は、基板に塗布された感光剤に上記の走査露光装置を用いて潜像パターンを形成する工程(基板を露光する工程)と、かかる工程で潜像パターンが形成された基板を現像する工程とを含む。更に、かかる製造方法は、他の周知の工程(酸化、成膜、蒸着、ドーピング、平坦化、エッチング、レジスト剥離、ダイシング、ボンディング、パッケージング等)を含む。本実施形態の物品の製造方法は、従来の方法に比べて、物品の性能・品質・生産性・生産コストの少なくとも1つにおいて有利である。

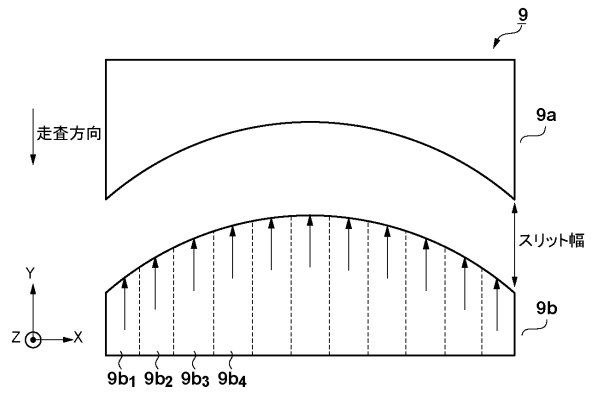
【0031】

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されないことはいうまでもなく、その要旨の範囲内で種々の変形および変更が可能である。

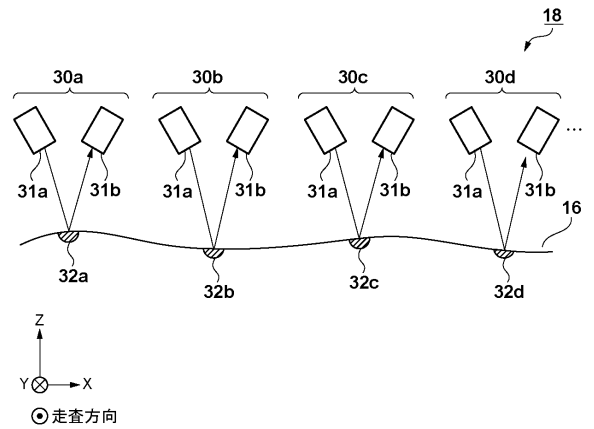
【図 1】



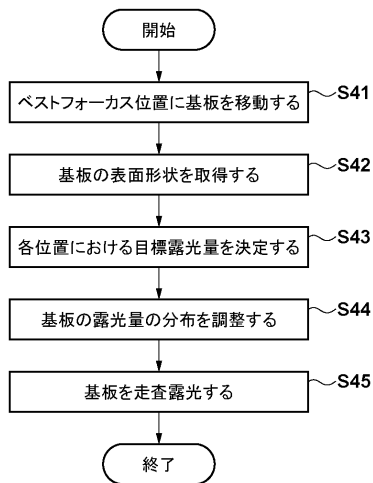
【図 2】



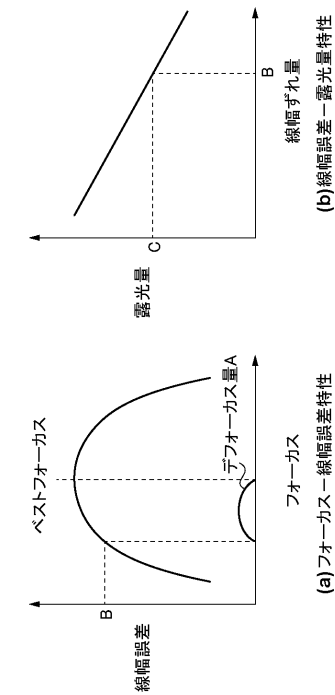
【図 3】



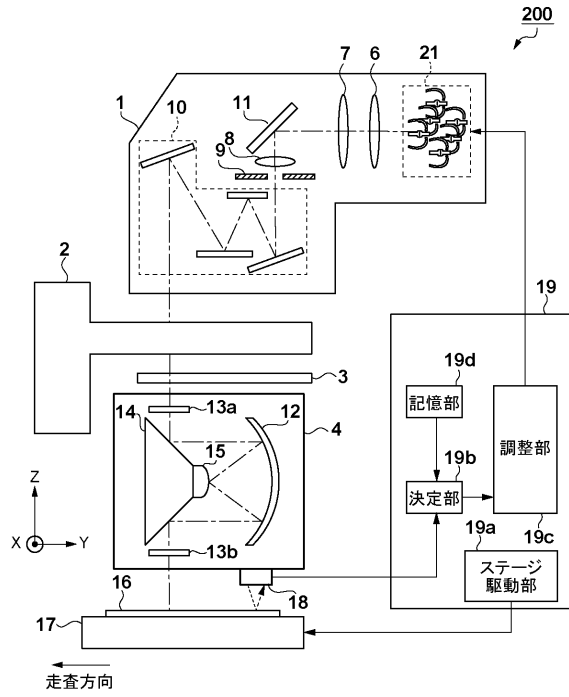
【図 4】



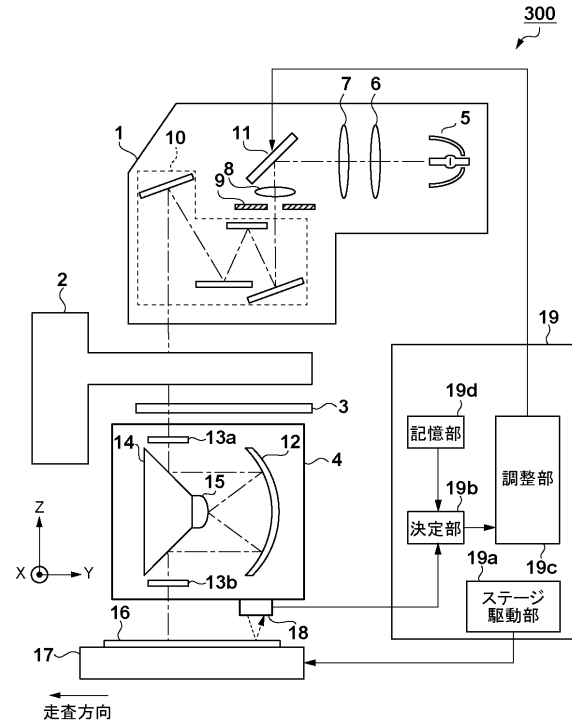
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 板橋 宏明
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

審査官 赤尾 隼人

(56)参考文献 特開平10-012533(JP,A)
国際公開第2007/145139(WO,A1)
特開平06-260391(JP,A)
特開2005-116574(JP,A)
特開2000-232049(JP,A)
特開2000-082655(JP,A)
特開平08-313842(JP,A)
特開2012-227526(JP,A)
特開平08-037150(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G03F 7/20; 9/00-9/02
H01L 21/027