(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2016 年 2 月 25 日(25.02.2016)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2016/027477 A1

(51) 国際特許分類:
G03F 9/00 (2006.01) *H01L 21/027* (2006.01)
G03F 7/20 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2015/050919

(22) 国際出願日: 2015 年 1 月 15 日(15.01.2015)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2014-167387 2014 年 8 月 20 日(20.08.2014) JP

(71) 出願人: 株式会社ニコン(NIKON CORPORATION) [JP/JP]; 〒1086290 東京都港区港南二丁目１５番３号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 田中　亮(TANAKA, Ryo); 〒1086290 東京都港区港南二丁目１５番３号　株式会社ニコン内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 江上　達夫, 外(EGAMI, Tatsuo et al.); 〒1040031 東京都中央区京橋一丁目１６番１０号オークビル京橋３階　東京セントラル特許事務所内 Tokyo (JP).

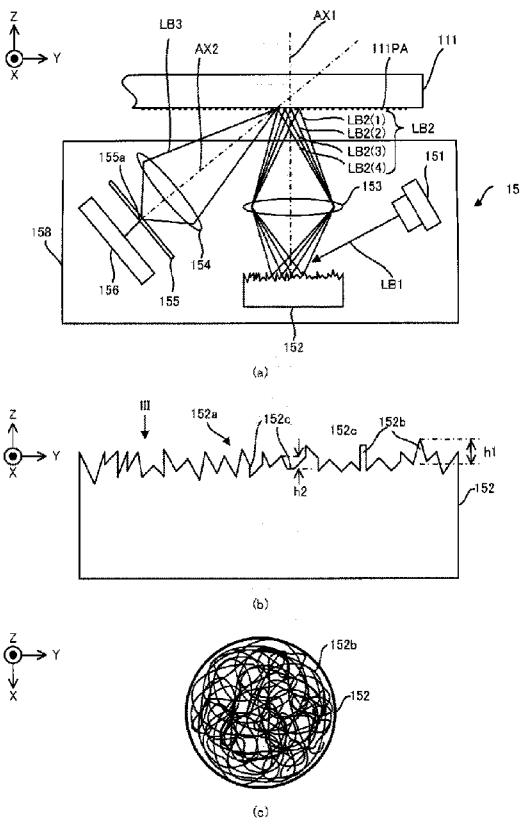
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

[続葉有]

(54) **Title**: EXPOSURE APPARATUS, EXPOSURE METHOD, AND DEVICE MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称 : 露光装置及び露光方法、並びにデバイス製造方法



(57) **Abstract**: An exposure apparatus (1) irradiates a mask (111) with an energy beam (EL) so as to transfer a mask pattern formed on a pattern surface (111PA) of the mask to an object (141). The exposure apparatus is provided with: a light irradiation unit (151, 152) for irradiating a predetermined surface of the mask with a plurality of measurement beams of light (LB2) having mutually different angles of incidence to the predetermined surface; and a sensor unit (156) for detecting at least some of the plurality of measurement beams of light reflected or scattered on the predetermined surface.

(57) 要約: 露光装置（１）は、エネルギビーム（ＥＬ）をマスク（１１１）に照射してマスクのパターン面（１１１ＰＡ）に形成されたマスクパターンを物体（１４１）に転写する露光装置であって、マスクの所定面に対して、所定面に対する入射角度が互いに異なる複数の計測光（ＬＢ２）を照射する光照射部（１５１、１５２）と、所定面で反射又は散乱された複数の計測光の少なくとも一部を検出するセンサ部と（１５６）を備える。

WO 2016/027477 A1

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

明　細　書

発明の名称 ： 露光装置及び露光方法、並びにデバイス製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、例えば、露光装置及び露光方法、並びにデバイス製造方法の技術分野に関する。

背景技術

[0002] 露光装置は、例えば、半導体素子や液晶表示素子等の電子デバイスを製造するリソグラフィ工程において用いられる。この種の露光装置は、レジストが塗布されたウェハ（或いは、ガラス基板等の任意の物体）上の複数のショット領域の夫々に対して、マスク（言い換えれば、レチクル）に形成されたマスクパターンを、投影光学系を介して転写する。この場合、投影光学系の投影倍率に応じたマスクパターンの縮小像を、ウェハ上の各ショット領域に正確に転写することが重要になってくる。つまり、マスクとウェハとの重ね合わせ精度が重要になってくる。

[0003] マスクパターンの縮小像を各ショット領域に正確に転写するために、例えば特許文献１には、マスクパターンと所定の位置関係を有するようにマスク上に形成されたレチクルアライメントマーク及び各ショット領域と所定の位置関係を有するようにウェハ上に形成されたウェハアライメントマークを用いる技術が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：米国特許第５，６４６，４１３号明細書

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] レチクルアライメントマーク及びウェハアライメントマークを用いる技術では、レチクルアライメントマークの位置に基づいてマスクパターンの位置が推測され且つウェハアライメントマークの位置に基づいて各ショット領域

の位置が推定される。ここで、レチクルアライメントマークの位置に基づくマスクパターンの位置の推測は、以下の理由から成立している。まず、レチクルアライメントマーク及びマスクパターンは、電子線露光装置によって、ガラス基板上に同時に描画される。このため、レチクルアライメントマークとマスクパターンとの間の位置関係は、電子線露光装置の描画誤差の範囲内で保障されている。従って、露光装置は、レチクルアライメントマークの位置を検出することで、当該レチクルアライメントマークと所定の位置関係にあるマスクパターンの位置を推測することができる。

[0006] しかしながら、レチクルアライメントマークの位置に基づくマスクパターンの位置の推測は、レチクルアライメントマークとマスクパターンとの間の位置関係が不変であるという前提の下で成立している。言い換えれば、レチクルアライメントマークの位置に基づくマスクパターンの位置の推測は、レチクルアライメントマークとマスクパターンとの間の位置関係が変わる場合には、成立しない可能性がある。

[0007] 例えば、露光光の照射に起因したマスクの熱変形によって、マスクパターンに歪みが生ずる可能性がある。ここで、通常、レチクルアライメントマークを用いたマスクの位置制御（いわゆる、レチクルアライメント）では、マスクパターンの外周（例えばマスクパターン周囲の任意の４点）に形成されているレチクルアライメントマークが用いられることが多い。このレチクルアライメントでは、マスクパターンの面内（例えば、ＸＹ平面内）の位置情報に加えて、マスクパターンの線形な歪みの量（つまり、マスクパターン上の所定領域の線形な変動量であり、例えば、Ｘ軸方向及びＹ軸方向の倍率変化や直交度や回転量等のパラメータ）が計測されるに過ぎない。従って、レチクルアライメントによれば、マスクパターンの線形な歪みは補償されるものの、マスクパターンの非線形な歪みが補償されない可能性がある。従って、マスクパターンに生じた歪みの状態によっては、レチクルアライメントマークの位置に基づいてマスクパターンの位置を高精度に推測することが困難になりかねない。

[0008] 一方で、マスクパターンの周囲に多数のレチクルアライメントマークを形成することで、マスクパターンの非線形な歪みの量（つまり、マスクパターン上の所定領域の非線形な変動量）を計測することができるとも想定される。しかしながら、レチクルアライメントマークの数が多くなるほどレチクルアライメントマークの位置の検出に要する時間が増大するがゆえに、露光装置のスループットが大幅に低下してしまうおそれがある。

[0009] 本発明は、マスク上に形成されるマスクパターンの位置を好適に推測することが可能な露光装置及び露光方法並びにデバイス製造方法を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0010] 第１の露光装置は、エネルギビームをマスクに照射して前記マスクのパターン面に形成されたマスクパターンを物体に転写する露光装置であって、前記マスクの所定面に対して、前記所定面に対する入射角度が互いに異なる複数の計測光を照射する光照射部と、前記所定面で反射又は散乱された前記複数の計測光の少なくとも一部を検出するセンサ部とを備える。

[0011] 第２の露光装置は、エネルギビームをマスクに照射して前記マスクのパターン面に形成されたマスクパターンを物体に転写する露光装置であって、前記マスクの所定面に対して計測光を照射する光照射部と、前記所定面で反射又は散乱された前記計測光の少なくとも一部を検出するセンサ部と、前記光照射部及び前記センサ部の少なくとも一方を移動させる移動部とを備える。

[0012] 第３の露光装置は、エネルギビームをマスクに照射して前記マスクのパターン面に形成されたマスクパターンを物体に転写する露光装置であって、前記マスクパターンが前記物体に転写されている第１のタイミングとは異なる第２のタイミングに、前記マスクの所定面に対して計測光を照射する光照射部と、前記第１のタイミングとは異なる第３のタイミングに、前記所定面で反射又は散乱された前記計測光の少なくとも一部を検出するセンサ部とを備える。

[0013] 第１の露光方法は、エネルギビームをマスクに照射して前記マスクのパタ

ーン面に形成されたマスクパターンを物体に転写する露光方法であって、前記マスクの所定面に対して、前記所定面に対する入射角度が互いに異なる複数の計測光を照射し、前記所定面で反射又は散乱された前記複数の計測光の少なくとも一部を検出する。

[0014] 第２の露光方法は、エネルギビームをマスクに照射して前記マスクのパターン面に形成されたマスクパターンを物体に転写する露光方法であって、光照射部を用いて、前記マスクの所定面に対して計測光を照射し、センサ部を用いて、前記所定面で反射又は散乱された前記計測光の少なくとも一部を検出し、前記光照射部及び前記センサ部の少なくとも一方を移動させる。

[0015] 第３の露光方法は、エネルギビームをマスクに照射して前記マスクのパターン面に形成されたマスクパターンを物体に転写する露光方法であって、前記マスクパターンが前記物体に転写されている第１のタイミングとは異なる第２のタイミングに、前記マスクの所定面に対して計測光を照射し、前記第１のタイミングとは異なる第３のタイミングに、前記所定面で反射又は散乱された前記計測光の少なくとも一部を検出する。

[0016] デバイス製造方法は、上述の第１の露光方法、第２の露光方法又は第３の露光方法により感応基板に前記マスクパターンを転写し、前記マスクパターンが転写された前記感応基板を現像する。

[0017] 本発明の作用及び他の利得は次に説明する実施するための形態から明らかにされる。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]第１実施形態の露光装置の構成の一例を示す側面図である。

[図2]第１実施形態の露光装置が備えるレチクルステージの周辺の構成を示す上面図、及び、図２（ａ）に示すレチクルステージの周辺の構成のＩＩ－ＩＩ’断面を示している。

[図3]スペックル計測装置の構成の一例を示すブロック図、スペックル計測装置が備える光学部材を示す断面図、及び、スペックル計測装置が備える光学部材を示す上面図である。

[図4]スペックル計測装置の計測対象領域をレチクル１１１と対応付けて示す上面図、スペックル計測装置が備える受光素子の受光面を示す平面図、及び、スペックル計測装置の計測結果から取得されるスペックル情報を示すグラフである。

[図5]第２スペックル取得動作が行われる際の露光装置の状態の一例を示す側面図である。

[図6]スペックル計測装置の計測結果から取得されるスペックル情報、並びに、当該スペックル情報から計測される計測対象領域のＸ軸方向及びＹ軸方向の夫々の変動量を示すグラフである。

[図7]スペックル計測装置の出力のドリフトに起因した計測誤差が除去された計測対象領域の変動量を、スペックル計測装置の出力のドリフトに起因した計測誤差が除去されていない計測対象領域の変動量と共に示すグラフである。

[図8]スペックル情報から計測される計測対象領域のＸ軸方向及びＹ軸方向の夫々の変動量を示すグラフである。

[図9]第１変形例の露光装置が備える各スペックル計測装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図10]第２変形例の露光装置が備える各スペックル計測装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図11]第３変形例の露光装置が備える各スペックル計測装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図12]第４変形例の露光装置が備える各スペックル計測装置の構成の一例を示すブロック図である。

[図13]第２実施形態の露光装置が備えるレチクルステージの周辺の構成を示す上面図である。

[図14]スペックル計測装置の移動態様の一例を示す上面図である。

[図15]半導体デバイス等のマイクロデバイスの製造方法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

[0019] 以下、図面を参照しながら、本発明の露光装置及び露光方法並びにデバイス製造方法の実施形態について説明する。但し、本発明が以下に説明する実施形態に限定されることはない。

[0020] 以下の説明では、互いに直交するＸ軸、Ｙ軸及びＺ軸から定義されるＸＹＺ直交座標系を用いて、露光装置を構成する各種構成要素の位置関係について説明する。尚、以下の説明では、説明の便宜上、Ｘ軸方向及びＹ軸方向の夫々が水平方向（つまり、水平面内の所定方向）であり、Ｚ軸方向が鉛直方向（つまり、水平面に直交する方向であり、実質的には上下方向）であるものとする。また、Ｘ軸、Ｙ軸及びＺ軸周りの回転方向（言い換えれば、傾斜方向）を、夫々、θＸ方向、θＹ方向及びθＺ方向と称する。

[0021] （１）第１実施形態の露光装置１

図１から図８を参照しながら、第１実施形態の露光装置１について説明する。

[0022] （１－１）露光装置１００の構成

初めに、図１並びに図２（ａ）及び図２（ｂ）を参照しながら、第１実施形態の露光装置１の構成について説明する。図１は、第１実施形態の露光装置１の構成の一例を示す側面図である。図２（ａ）は、第１実施形態の露光装置１が備えるレチクルステージ１１の周辺の構成を示す上面図である。図２（ｂ）は、図２（ａ）に示すレチクルステージ１１の周辺の構成のＩＩ－ＩＩ’断面を示している。

[0023] 図１に示すように、露光装置１は、レチクルステージ１１と、照明系１２と、投影光学系１３と、ウェハステージ１４と、スペックル計測装置１５と、主制御装置１６と、メモリ１７とを備えている。

[0024] レチクルステージ１１は、レチクル１１１を保持可能である。レチクルステージ１１は、保持したレチクル１１１をリリース可能である。

[0025] レチクルステージ１１は、レチクル１１１を保持した状態で、照明系１２から射出される露光光ＥＬが照射される領域（つまり、後述の照明領域ＩＲ

）を含む平面（例えば、ＸＹ平面）に沿って移動可能である。レチクルステージ１１は、Ｙ軸方向に沿って移動可能である。例えば、レチクルステージ１１は、平面モータを含むレチクルステージ駆動系１１２の動作により、Ｙ軸方向に沿って移動してもよい。レチクルステージ１１は、Ｙ軸方向に沿って移動可能であることに加えて又は代えて、Ｘ軸方向、Ｚ軸方向、θＸ方向、θＹ方向及びθＺ方向のうちの少なくとも一つに沿って移動可能であってもよい。尚、平面モータを含むレチクルステージ駆動系１１２の一例は、例えば、米国特許第６，４５２，２９２号に開示されている。但し、レチクルステージ駆動系１１２は、平面モータに加えて又は代えて、他のモータ（例えば、リニアモータ）を含んでいてもよい。

[0026] レチクルステージ１１は、レチクルステージ定盤１１３上で移動可能である。レチクルステージ定盤１１３には、Ｚ軸方向に沿ってレチクルステージ定盤１１３を貫通する所定形状の開口１１３ａが形成されている。開口１１３ａは、露光光ＥＬの通路となる。

[0027] 図２（ａ）に示すように、レチクル１１１は、矩形（図２（ａ）に示す例では正方形）のガラス板から構成されている。レチクル１１１の－Ｚ側の表面の中央部には、長手方向がＹ軸方向に一致する矩形のパターン領域１１１ＰＡが形成されている。パターン領域１１１ＰＡには、ウェハステージ１４が保持するウェハ１４１に投影（言い換えれば、転写）される露光用パターンが形成されている。以下、パターン領域１１１ＰＡが形成されるレチクル１１１の－Ｚ側の表面を、“パターン面”と称する。

[0028] パターン面には、Ｙ軸方向に沿ってパターン領域１１１ＰＡを挟み込む一対のレチクルアライメントマーク１１１ＲＡが、パターン領域１１１ＰＡの＋Ｘ側の端部及び－Ｘ側の端部の夫々に隣接するように形成されている。つまり、パターン面には、４つのレチクルマークが形成されている。４つのレチクルアライメントマーク１１１ＲＡは、電子線露光装置によってパターン領域１１１ＰＡに形成される露光用パターンと同時に形成される。説明の簡略化のため、パターン領域１１１ＰＡに形成される露光用パターン及びレチ

クルアライメントマーク１１１ＲＡを形成する電子線露光装置の形成誤差はゼロ（或いは、ゼロと同視できるほどに小さい）ものとする。

[0029] レチクルステージ１１は、長手方向がＹ軸方向に一致する矩形の板部材から構成されている。レチクルステージ１１を構成する板部材の上面には、Ｙ軸方向のサイズがレチクル１１１のＹ軸方向のサイズよりも大きく且つＸ軸方向のサイズがレチクル１１１のＸ軸方向のサイズよりも大きい矩形の凹部１１４が形成されている。凹部１１４のＸ軸方向の中央部には、Ｚ軸方向に沿ってレチクルステージ１１を貫通する開口１１４ａが、凹部１１４のＹ軸方向全体に渡って形成されている。

[0030] レチクル１１１は、パターン領域１１１ＰＡが開口１１４ａ内に位置するように、凹部１１４内の－Ｙ側の端部の近傍に配置されている。レチクル１１１は、Ｘ軸方向に沿った凹部１１４の両端の段差部（以降、当該段差部を、“スライダ１１４ＳＬ”と称する）の上面に形成された吸着部を介して、レチクルステージ１１に真空吸着されている。

[0031] 凹部１１４内の＋Ｙ側の端部の近傍には、Ｘ軸方向に沿って延びるレチクルフィデュシャル板１１５が配置されている。レチクルフィデュシャル板１１５は、Ｙ軸方向に沿ってレチクル１１１と所定間隔を隔てて配置されている。レチクルフィデュシャル板１１５は、Ｘ軸方向に沿った凹部１１４の両端のスライダ１１４ＳＬの上面に形成された吸着部を介して、レチクルステージ１１に真空吸着されている。レチクルフィデュシャル板１１５は、低熱膨張率のガラス（例えば、ショット社のゼロデュア）等から構成されている。レチクルフィデュシャル板１１５の下面（つまり、－Ｚ側の表面）には、Ｘ軸方向に沿って並ぶ一対のフィデュシャルマーク１１５ＦＡが形成されている。一対のフィデュシャルマーク１１５ＦＡのＸ軸方向の間隔は、レチクルアライメントマーク１１１ＲＡのＸ軸方向の間隔と同一である。フィデュシャルマーク１１５ＦＡは、レチクルアライメントマーク１１１ＲＡと同じマークである。レチクル１１１がレチクルステージ１１に保持されている状態では、フィデュシャルマーク１１５ＦＡのＸ軸方向の位置は、レチクルア

ライメントマーク１１１ＲＡのＸ軸方向の位置と同一である。レチクルフィデュシャル板１１５の下面には更に、Ｘ軸方向に沿って一対のフィデュシャルマーク１１５ＦＡに挟まれているマーク領域１１５ＭＡが形成されている。マーク領域１１５ＭＡには、様々なマーク（例えば、空間像計測に用いられる各種計測マークを夫々含む複数のＡＩＳ（Ａｅｒｉａｌ　Ｉｍａｇｉｎｇ　Ｓｅｎｓｏｒ）マーク等）が形成されている。

[0032] 再び図１において、レチクルステージ１１のＸＹ平面内での位置（但し、θＺ方向に沿った回転角度を含んでいてもよい）は、レチクルステージ１１に配置されている移動鏡１１６ａを介して、レチクルレーザ干渉計１１６によって、例えば０．２５ｎｍ程度の分解能で常時計測されている。レチクルレーザ干渉計１１６の計測結果は、主制御装置１６に出力される。主制御装置１６は、レチクルレーザ干渉計１１６の計測結果に基づいて、レチクルステージ１１の移動態様を制御してもよい。

[0033] 更に、レチクル１１１に形成されるパターン領域１１１ＰＡの経時的な変動量は、レチクルステージ定盤１１３内に配置される複数のスペックル計測装置１５によって計測される。図２（ａ）に示す例では、５つのスペックル計測装置１５がＸ軸方向に沿って並ぶように配置されている。以下では、５つのスペックル計測装置１５を互いに区別するために、５つのスペックル計測装置１５を、－Ｘ側から順に、スペックル計測装置１５Ｌ２、スペックル計測装置１５Ｌ１、スペックル計測装置１５Ｃ、スペックル計測装置１５Ｒ１及びスペックル計測装置１５Ｒ２と称する。但し、５つのスペックル計測装置１５は、それらの配置位置が互いに異なる点を除いて同一の構成を有している。尚、スペックル計測装置１５の特徴については後に詳述する（図３参照）。

[0034] 照明系１２は、露光光ＥＬを射出する。照明系１２から射出される露光光ＥＬは、Ｘ軸方向に沿って細長く延びるスリット状の照明領域ＩＲに照射される。照明系１１からの露光光ＥＬは、照明領域ＩＲに配置されたレチクル１１１の一部に照射される。露光光ＥＬは、ＡｒＦエキシマレーザ光（波長

１９３ｎｍ）である。

[0035] 投影光学系１３は、レチクル１１１からの露光光ＥＬ（つまり、レチクル１１１のパターン領域１１１ＰＡに形成された露光用パターンの像）を、ウェハ１４１に対して投影する。具体的には、投影光学系１３は、スリット状の投影領域ＰＲに露光光ＥＬを投影する。投影光学系１３は、露光用パターンの像を、投影領域ＰＲに配置されたウェハ１４１の一部（例えば、ショット領域の少なくとも一部）に投影する。

[0036] 投影光学系１３は、縮小系である。例えば、投影光学系の投影倍率は、１／４であってもよいし、１／５であってもよいし、１／８であってもよいし、又は、その他の値であってもよい。

[0037] 投影光学系１３は、Ｚ軸方向と平行な光軸ＡＸに沿って配列される複数の屈折光学素子（言い換えれば、レンズ素子）を含む一方で反射光学素子（例えば、ミラー）を含まない屈折系である。投影光学素子１３を構成する複数の屈折光学素子のうち物体面側（つまり、レチクル１１１側）に位置する一部の屈折光学素子は、不図示の駆動素子（例えば、ピエゾ素子）によって駆動可能であってもよい。この場合、一部の屈折光学素子は、Ｚ軸方向に沿って移動するように駆動してもよいし、θＸ方向及びθＹ方向に沿って移動するように駆動してもよい。不図示の駆動素子は、主制御装置１６からの指示によって動作する結像特性補正コントローラ１３１の制御下で動作する。結像特性補正コントローラ１３１は、一部の屈折光学素子の駆動態様を個別に制御することで、投影光学系１３の結像特性（例えば、倍率や、歪曲収差や、非点収差や、コマ収差や、像面湾曲等）を調整することができる。但し、結像特性補正コントローラ１３１は、一部の屈折光学素子を駆動することに加えて又は代えて、その他の方法で投影光学系１３の結像特性を調整してもよい。

[0038] ウェハステージ１４は、ウェハ１４１を保持可能である。ウェハステージ１４は、保持したウェハ１４１をリリース可能である。

[0039] ウェハステージ１４は、ウェハ１４１を保持した状態で、投影領域ＰＲを

含む平面（例えば、ＸＹ平面）に沿って移動可能である。ウェハステージ１４は、ウェハステージ定盤１４３上で移動可能である。ウェハステージ１４は、Ｘ軸方向、Ｙ軸方向、Ｚ軸方向、θＸ方向、θＹ方向及びθＺ方向のうちの少なくとも一つに沿って移動可能である。例えば、ウェハステージ１４は、平面モータを含むウェハステージ駆動系１４２の動作により移動してもよい。尚、平面モータを含むウェハステージ駆動系１４２の一例は、例えば、米国特許第６，４５２，２９２号に開示されている。但し、ウェハステージ駆動系１４２は、平面モータに加えて又は代えて、他のモータ（例えば、リニアモータ）を含んでいてもよい。

[0040] ウェハテージ１４のＸＹ平面内での位置（但し、θＸ方向、θＹ方向及びθＺ方向のうちの少なくとも一つに沿った回転角度を含んでいてもよい）は、ウェハステージ１４に配置されている移動鏡１４６ａを介して、ウェハレーザ干渉計１４６によって、例えば０．２５ｎｍ程度の分解能で常時計測されている。ウェハレーザ干渉計１４６の計測結果は、主制御装置１６に出力される。主制御装置１６は、ウェハレーザ干渉計１４６の計測結果に基づいて、ウェハステージ１４の移動態様を制御してもよい。但し、ウェハステージ１４のＸＹ平面内での位置は、ウェハレーザ干渉計１４６に加えて又は代えて、エンコーダによって計測されてもよい。

[0041] ウェハテージ１４のＺ軸方向の位置は、例えば米国特許第５，４４８，３３２号明細書に開示される斜入射方式の多点焦点位置検出系から構成される不図示のフォーカスセンサによって計測される。フォーカスセンサの計測結果もまた、主制御装置１６に出力される。

[0042] ウェハステージ１４上には、表面がウェハ１４１の表面と同じ高さとなる基準板１４４が固定されている。基準板１４４の表面には、後述するウェハアライメント検出系１４９のベースライン計測等に用いられる第１基準マーク及び後述するレチクルアライメント検出系１１９によって検出される一対の第２基準マーク等が形成されている。

[0043] 投影光学系１３の側面には、ウェハステージ１４上の基準板１４４に形成

されている第１基準マーク（或いは、ウェハ１４１に形成されているウェハアライメントマーク）を検出するウェハアライメント検出系１４９が配置されている。ウェハアライメント検出系１４９として、ハロゲンランプ等の広帯域光で第１基準マークを照射することで得られる第１基準マークの画像を画像処理することで第１基準マークの位置を計測するＦＩＡ（Ｆｉｅｌｄ Ｉｍａｇｅ Ａｌｉｇｎｍｅｎｔ）系が例示される。

[0044] レチクルステージ１１の上方には、Ｘ軸方向に沿って並ぶ（言い換えれば、Ｙ軸方向の位置が同一となる）一対のレチクルアライメントマーク１１１ＲＡを同時に検出可能な一対のレチクルアライメント検出系１１９が配置されている。各レチクルアライメント検出系１１９は、ＣＣＤ等の撮像素子で撮像したレチクルアライメントマーク１１１ＲＡの画像を画像処理することでレチクルアライメントマーク１１１ＲＡの位置を計測するＶＲＡ（Ｖｉｓｕａｌ Ｒｅｔｉｃｌｅ Ａｌｉｇｎｍｅｎｔ）系である。各レチクルアライメント検出系１１９は、露光光ＥＬと同一の波長の照明光をレチクルアライメントマーク１１１ＲＡに照射する落射照明系と、レチクルアライメントマーク１１１ＲＡを撮像するための検出系とを備えている。検出系による撮像結果は、主制御装置１６に出力される。

[0045] 各レチクルアライメント検出系１１９は露光光ＥＬの光路上に挿脱自在なミラーを備えている。当該ミラーは、露光光ＥＬの光路上に挿入されると、落射照明系から射出された照明光をレチクル１１１に導くと共に、レチクル１１１から投影光学系１３、ウェハステージ１４（例えば、基準板１４４）、投影光学系１３及びレチクル１１１という経路を経た検出光を検出系に導く。尚、このミラーは、露光用パターンの像をウェハ１４１に転写するために露光光ＥＬの照射が開始される前に、露光光ＥＬの光路外に退避される。

[0046] （１－２）スペックル計測装置１５の構成

続いて、上述した図２（ａ）及び図２（ｂ）と共に図３（ａ）から図３（ｃ）を参照しながら、スペックル計測装置１５の構成の一例について説明する。図３（ａ）は、スペックル計測装置１５の構成の一例を示すブロック図

である。図３（ｂ）は、スペックル計測装置１５が備える光学部材１５２を示す断面図である。図３（ｃ）は、スペックル計測装置１５が備える光学部材１５２を示す上面図である。

[0047] 図２（ａ）に示すように、５つのスペックル計測装置１５は、Ｘ軸方向に沿って互いに離間するように配置されている。Ｘ軸方向に沿った両端に位置するスペックル計測装置１５Ｌ２及び１５Ｒ２の夫々は、Ｙ軸方向に沿って並ぶ一対のレチクルアライメントマーク１１１ＲＡと、Ｚ軸方向に沿って重なることが可能な位置に配置されている。図２（ｂ）に示すように、５つのスペックル計測装置１５は、Ｙ軸方向に沿って光軸ＡＸから所定量シフトした位置に配置されている。５つのスペックル計測装置１５は、レチクルステージ定盤１１３の開口１１３ａ内には配置されていない。５つのスペックル計測装置１５は、露光光ＥＬの光路外に配置されている。

[0048] スペックル計測装置１５は、計測ターゲットに対して計測光ＬＢ２を照射すると共に、計測光ＬＢ２の照射によって発生するスペックルを取得する。計測ターゲットは、レチクル１１１の少なくとも一部を含んでいてもよい。計測ターゲットは、レチクル１１１のパターン面の少なくとも一部を含んでいてもよい。計測ターゲットは、レチクル１１１のパターン面以外の任意の面（例えば、パターン面とは反対側の面や側面）の少なくとも一部を含んでいてもよい。計測ターゲットは、パターン領域１１１ＰＡの少なくとも一部を含んでいてもよい。計測ターゲットは、レチクルフィデュシャル板１１５の少なくとも一部を含んでいてもよい。

[0049] スペックルは、計測ターゲットで散乱又は反射した計測光ＬＢ２が互いに干渉して生成される明暗パターンである。尚、計測光ＬＢ２の照射位置に応じて、明暗パターンは変わり得る。例えば、明暗パターンは、斑点状の明暗パターンになる場合もあるし、格子状の又は線状の明暗パターンになる場合もある。いずれにせよ、計測ターゲットで散乱又は反射した計測光ＬＢ２が互いに干渉して生成される明暗パターンである限りは、当該明暗パターンはスペックルと言える。

[0050] スペックル計測装置１５は、投影光学系１３の光軸ＡＸに対してＹ軸方向にシフトした領域に向けて計測光ＬＢ２を照射する。スペックル計測装置１５は、計測ターゲットのうち露光光ＥＬの光路外に向けて計測光ＬＢ２を照射する。以降、計測光ＬＢ２が照射される領域を、“計測対象領域”と称する。

[0051] 図３（ａ）に示すように、スペックル計測装置１５は、光源１５１と、光学部材１５２と、集光レンズ１５３と、投影レンズ１５４と、ピンホール板１５５と、受光素子１５６とを備えている。光源１５１、光学部材１５２、集光レンズ１５３、集光レンズ１５４、ピンホール板１５５及び受光素子１５６は、筐体１５８内に収容されている。

[0052] 光源１５１は、光学部材１５２に向けて基準光ＬＢ１を出射する。光源１５１は、光学部材１５２の光学粗面１５２ａに向けて基準光ＬＢ１を出射する。基準光ＬＢ１は、コヒーレントな光である。基準光ＬＢ１の一例として、レーザ光があげられる。

[0053] 光学部材１５２は、平面視円盤状の部材である（図３（ｃ）参照）。光学部材１５２は、光源１５１から出射された基準光ＬＢ１から複数の計測光ＬＢ２を生成する部材である。複数の計測光ＬＢ２は、集光レンズ１５３及び筐体１５８に形成された不図示の開口を介して、計測ターゲットに照射される。

[0054] 光学部材１５２は、計測ターゲット（或いは、計測ターゲットの少なくとも一部を含む）に対する入射角度が互いに異なる複数の計測光ＬＢ２を生成する部材である。光学部材１５２は、光学部材１５２からの出射角度が互いに異なる複数の計測光ＬＢ２を生成する部材である。光学部材１５２は、基準光ＬＢ１をスペックル化する部材である。光学部材１５２は、スペックル化された複数の計測光ＬＢ２を生成する部材である。例えば、図３（ａ）に示す例では、光学部材１５２は、計測ターゲットに対する入射角度が第１角度となる計測光ＬＢ２（１）と、計測ターゲットに対する入射角度が第２角度となる計測光ＬＢ２（２）と、計測ターゲットに対する入射角度が第３角

度となる計測光ＬＢ２（３）と、計測ターゲットに対する入射角度が第４角度となる計測光ＬＢ２（４）とを生成する。但し、光学部材１５２は、計測ターゲットに対する入射角度が互いに異なる任意の数の計測光ＬＢ２を生成してもよい。

[0055] このような複数の計測光ＬＢ２を生成するために、光学部材１５２は、基準光ＬＢ１を反射する光学粗面１５２ａを備えている。光学粗面１５２ａは、基準光ＬＢ１を反射（例えば、拡散反射若しくは乱反射）することで複数の計測光ＬＢ２を生成する面である。光学粗面１５２ａは、基準光ＬＢ１を複数の計測光ＬＢ２として反射する面である。

[0056] 図３（ｂ）に示すように、光学粗面１５２ａには、高さが異なる又は段差を形成する凸部パターン１５２ｂ及び凹部パターン１５２ｃが形成されている。凸部パターン１５２ｂは、凸部パターン１５２ｂの周囲と比較して、光学部材１５２の外部（図３（ｂ）では、上側）に向かって突き出たパターンである。凹部パターン１５２ｃは、凹部パターン１５２ｃの周囲と比較して、光学部材１５２の内部（図３（ｂ）では、下側）に向かって窪んだパターンである。尚、凸部パターン１５２ｂの周囲は、凸部パターン１５２ｂと比較して窪んでいることから、凹部パターン１５２ｃであるとも言える。同様に、凹部パターン１５２ｃの周囲は、凹部パターン１５２ｃと比較して突き出ていることから、凸部パターン１５２ｂであるとも言える。つまり、凸部パターン１５２ｂ及び凹部パターン１５２ｃの区別は、相対的な区別であると言える。

[0057] 凸部パターン１５２ｂの周囲を基準とする凸部パターン１５２ｂの大きさ（図３（ｂ）に示す例では、実質的には高さ）ｈ１は、当該凸部パターン１５２ｂが形成されている光学粗面１５２ａに照射される基準光ＬＢ１をスペックル化することが可能な程度の大きさである。凸部パターン１５２ｂの周囲を基準とする凸部パターン１５２ｂの大きさｈ１は、基準光ＬＢ１の波長よりも大きい。

[0058] 凹部パターン１５２ｃの周囲を基準とする凹部パターン１５２ｃの大きさ

（図３（ｂ）に示す例では、Ｚ軸方向の大きさであり、実質的には高さ）ｈ２は、当該凹部パターン１５２ｃが形成されている光学粗面１５２ａに照射される基準光ＬＢ１をスペックル化することが可能な程度の大きさである。凹部パターン１５２ｃの周囲を基準とする凹部パターン１５２ｃの大きさｈ２は、基準光ＬＢ１の波長よりも大きい。

[0059] 光学粗面１５２ａの基準光ＬＢ１に対する反射率は、所定量（例えば、５０％、６０％、７０％、８０％、９０％、１００％）よりも大きい。光学粗面１５２ａの反射率は、基準光ＬＢ１を所望量以上反射することが可能な程度の反射率である。反射率を所定量よりも大きくするために、光学粗面１５２ａは、所定の金属又は合金（例えば、アルミニウム等）から構成される面であってもよい。光学粗面１５２ａは、所定の金属又は合金で覆われた面であってもよい。

[0060] 図３（ｃ）に示すように、凸部パターン１５２ｂの平面視のパターン形状（図３（ｃ）に示す例では、光学粗面１５２ａに対向する方向から観察されるパターン形状）は、当該凸部パターン１５２ｂが形成されている光学粗面１５２ａに照射される基準光ＬＢ１をスペックル化することが可能な形状である。凸部パターン１５２ｂの平面視のパターン形状は、周期的又は規則的ではない。凸部パターン１５２ｂの平面視のパターン形状は、非周期的、不規則的又はランダムである。凸部パターン１５２ｂの平面視のパターン形状は、レチクル１１１のパターン領域１１１ＰＡに形成される露光用パターンとは異なる。但し、レチクル１１１のパターン領域１１１ＰＡに形成される露光用パターンが非周期的、不規則的又はランダムである場合には、凸部パターン１５２ｂの平面視のパターン形状の少なくとも一部は、露光用パターンと同一であってもよい。

[0061] 凹部パターン１５２ｃの平面視のパターン形状は、当該凹部パターン１５２ｃが形成されている光学粗面１５２ａに照射される基準光ＬＢ１をスペックル化することが可能な形状である。凹部パターン１５２ｃの平面視のパターン形状は、周期的又は規則的ではない。凹部パターン１５２ｃの平面視の

パターン形状は、非周期的、不規則的又はランダムである。凹部パターン１５２ｃの平面視のパターン形状は、レチクル１１１のパターン領域１１１ＰＡに形成される露光用パターンとは異なる。但し、レチクル１１１のパターン領域１１１ＰＡに形成される露光用パターンが非周期的、不規則的又はランダムである場合には、凹部パターン１５２ｃの平面視のパターン形状の少なくとも一部は、露光用パターンと同一であってもよい。

[0062] 集光レンズ１５３は、光学部材１５２が生成した複数の計測光ＬＢ２を計測ターゲットに導くレンズである。集光レンズ１５３は、光学部材１５２が生成した複数の計測光ＬＢ２を計測対象領域に導くレンズである。その結果、複数の計測光ＬＢ２は、入射角度が互いに異なる状態で計測ターゲット（或いは、計測ターゲットの少なくとも一部を含む計測対象領域）に照射される。

[0063] 投影レンズ１５４は、計測ターゲットで反射又は散乱した計測光ＬＢ２が互いに干渉して生成される干渉光（つまり、上述した明暗パターンを呈する干渉光）ＬＢ３を、ピンホール板１５５のピンホール１５５ａを含む領域に投影するレンズである。

[0064] ピンホール板１５５は、ピンホール１５５ａを備えた板状の部材である。ピンホール１５５ａの中心は、集光レンズ１５４の光軸（言い換えれば、集光レンズ１５４、ピンホール板１５５及び受光素子１５６からなるスペックル受光光学系の光軸）ＡＸ２と一致している。ピンホール１５５ａを通過した干渉光ＬＢ３は、受光素子１５６に到達する。

[0065] 受光素子１５６は、ピンホール１５５ａを通過してきた干渉光ＬＢ３を検出する。その結果、受光素子１５６は、干渉光ＬＢ３が呈する明暗パターン（つまり、スペックル）を検出する。受光素子１５６は、ＣＣＤ（Ｃｈａｒｇｅ Ｃｏｕｐｌｅｄ Ｄｅｖｉｃｅ）を含んでいてもよいし、ＣＭＯＳ（Ｃｏｍｐｌｅｍｅｎｔａｒｙ Ｍｅｔａｌ Ｏｘｉｄｅ Ｓｅｍｉｃｏｎｄｕｃｔｏｒ）センサを含んでいてもよい。

[0066] 受光素子１５６の検出結果は、主制御装置１６に出力される。その結果、

主制御装置１６は、計測ターゲットで散乱又は反射した計測光ＬＢ２が互いに干渉して生成される明暗パターン（つまり、スペックル）の特性を示すスペックル情報を取得する。主制御装置１６は、スペックル情報を解析することで、計測ターゲットの経時的な変動量を計測する。例えば、計測ターゲットがレチクル１１１に形成されるパターン領域１１１ＰＡの少なくとも一部を含む場合には、主制御装置１６は、パターン領域１１１ＰＡの経時的な変動量を計測することができる。尚、受光素子１５６の検出結果に基づくスペックル情報の取得手法等については、例えば米国特許出願公開第２００４／０２１８１８１号明細書に開示されている。

[0067] 集光レンズ１５４、ピンホール板１５５及び受光素子１５６からなるスペックル受光光学系の光軸ＡＸ２は、光源１５１、光学素子１５２及び集光レンズ１５３からなるスペックル照射光学系の光軸ＡＸ１と一致しない。スペックル受光光学系の光軸ＡＸ２は、スペックル照射光学系の光軸ＡＸ１とは異なる。スペックル受光光学系の光軸ＡＸ２は、スペックル照射光学系の光軸ＡＸ１に交わる。

[0068] スペックル受光光学系及びスペックル照射光学系は共に、レチクル１１１の下方（或いは、レチクル１１１のパターン面の下方）に位置している。つまり、スペックル受光光学系及びスペックル照射光学系は共に、レチクル１１１よりも－Ｚ側に位置している。

[0069] 尚、集光レンズ１５４、ピンホール板１５５及び受光素子１５６からなるスペックル受光光学系は、テレセントリック光学系であると言える。このため、スペックル計測装置１５は、計測ターゲットとスペックル計測装置１５との間のギャップ（例えば、ステージ定盤１１３の上面とレチクル１１１のパターン面との間のギャップ）の変化に対して敏感ではない。言い換えれば、スペックル計測装置１５の検出結果に対して、計測ターゲットとスペックル計測装置１５との間のギャップの変化に起因したノイズが重畳されにくい。加えて、スペックル受光光学系がピンホール板１５５を備えているがゆえに、スペックルの検出サイズは、ピンホール１５５ａのサイズに依存するも

のの、集光レンズ１５４のパラメータに依存することは殆どない。

[0070] ５つのスペックル計測装置１５は、互いに異なる計測対象領域に対して計測光ＬＢ２を照射するように、Ｘ軸方向に沿って互いに離間するように配置されている。従って、計測ターゲットには、５つのスペックル計測装置１５が計測光ＬＢ２を夫々照射する５つの計測対象領域が位置することになる。５つの計測対象領域もまた、Ｘ軸方向に沿って互いに離間する。

[0071] 尚、図３では、説明の便宜上、ＸＹＺ直交座標系を用いて、スペックル計測装置１５の構成を説明している。しかしながら、図３は、スペックル計測装置１５を構成する光源１５１、光学部材１５２、集光レンズ１５３、投影レンズ１５４、ピンホール板１５５及び受光素子１５６の配置態様を図３に示す配置態様に限定する意図はない。従って、光源１５１、光学部材１５２、集光レンズ１５３、投影レンズ１５４、ピンホール板１５５及び受光素子１５６の少なくとも一つは、図３に示す配置態様とは異なる配置態様で配置されていてもよい。

[0072] （１－３）スペックル計測装置１５を用いた計測動作

続いて、図４から図８を参照しながら、スペックル計測装置１５を用いたパターン領域１１１ＰＡの経時的な変動量の計測動作について説明する。

[0073] まず、あるレチクル１１１が初めて使用されるタイミングで、主制御装置１６は、第１スペックル取得動作（初期スペックル取得動作）を行う。レチクル１１１が初めて使用されるタイミングは、例えば、レチクル１１１が初めてレチクルステージ１１に保持されるタイミングを含む。

[0074] 主制御装置１６は、レチクル１１１に対して露光光ＥＬが照射されていない期間の少なくとも一部に第１スペックル取得動作を行う。主制御装置１６は、レチクルステージ１１にレチクル１１１が保持された後であって且つ露光光ＥＬが初めて照射される前の期間の少なくとも一部に第１スペックル取得動作を行う。主制御装置１６は、レチクル１１１が露光光ＥＬによって加熱されていない期間の少なくとも一部に第１スペックル取得動作を行う。主制御装置１６は、露光光ＥＬの照射に起因してレチクル１１１が熱変形して

いない（或いは、実質的に熱変形していないとみなすことができる程度のごく微量しか熱変形していない）期間の少なくとも一部に第１スペックル取得動作を行う。

[0075] 第１スペックル取得動作では、主制御装置１６の制御の下で、各スペックル計測装置１５は、計測対象領域に対して計測光ＬＢ２を照射する。パターン領域１１１ＰＡの経時的な変動量が計測される場合には、計測対象領域は、レチクルステージ１１の移動に伴ってパターン領域１１１ＰＡの少なくとも一部及び露光用パターンの少なくとも一部が形成されている領域のうちの少なくとも一方を含むことが可能な領域となる。計測光ＬＢ２の照射の結果、各スペックル計測装置１５は、計測対象領域で散乱又は反射した計測光ＬＢ２が互いに干渉して生成される干渉光ＬＢ３を検出する。その結果、主制御装置１６は、計測対象領域のスペックル情報を取得することができる。このスペックル情報は、第１状態（初期状態）のスペックル情報として、メモリ１７内に格納される。

[0076] 例えば、図４（ａ）に示すように、Ｙ軸方向（スキャン方向又は走査方向）に沿ってレチクルステージ１１が移動しながら第１スペックル取得動作が行われるとする。この場合、スペックル計測装置１５Ｒ２の計測対象領域ＳＡＲ２は、レチクルステージ１１の移動に伴って、パターン領域１１１ＰＡ及びレチクルフィデュシャル板１１５の夫々の少なくとも一部を含む所定領域ＡＲ２内を移動する。従って、スペックル計測装置１５Ｒ２は、光源１５１が基準光ＬＢ１を出射した時点で計測対象領域ＳＡＲ２と一致している所定領域ＡＲ２の一部の領域部分からの干渉光ＬＢ３を取得する。スペックル計測装置１５Ｒ１の計測対象領域ＳＡＲ１は、レチクルステージ１１の移動に伴って、パターン領域１１１ＰＡ及びレチクルフィデュシャル板１１５の夫々の少なくとも一部を含む所定領域ＡＲ１内を移動する。従って、スペックル計測装置１５Ｒ１は、光源１５１が基準光ＬＢ１を出射した時点で計測対象領域ＳＡＲ１と一致している所定領域ＡＲ１の一部の領域部分からの干渉光ＬＢ３を取得する。スペックル計測装置１５Ｃの計測対象領域ＳＡＣは

、レチクルステージ１１の移動に伴って、パターン領域１１１ＰＡ及びレチクルフィデュシャル板１１５の夫々の少なくとも一部を含む所定領域ＡＣ内を移動する。従って、スペックル計測装置１５Ｃは、光源１５１が基準光ＬＢ１を出射した時点で計測対象領域ＳＡＣと一致している所定領域ＡＣの一部の領域部分からの干渉光ＬＢ３を取得する。スペックル計測装置１５Ｌ１の計測対象領域ＳＡＬ１は、レチクルステージ１１の移動に伴って、パターン領域１１１ＰＡ及びレチクルフィデュシャル板１１５の夫々の少なくとも一部を含む所定領域ＡＬ１内を移動する。従って、スペックル計測装置１５Ｌ１は、光源１５１が基準光ＬＢ１を出射した時点で計測対象領域ＳＡＬ１と一致している所定領域ＡＬ１の一部の領域部分からの干渉光ＬＢ３を取得する。スペックル計測装置１５Ｌ２の計測対象領域ＳＡＬ２は、レチクルステージ１１の移動に伴って、パターン領域１１１ＰＡ及びレチクルフィデュシャル板１１５の夫々の少なくとも一部を含む所定領域ＡＬ２内を移動する。従って、スペックル計測装置１５Ｌ２は、光源１５１が基準光ＬＢ１を出射した時点で計測対象領域ＳＡＬ２と一致している所定領域ＡＬ２の一部の領域部分からの干渉光ＬＢ３を取得する。尚、図４（ａ）から分かるように、計測対象領域ＳＡＲ２、計測対象領域ＳＡＲ１、計測対象領域ＳＡＣ、計測対象領域ＳＡＬ１及び計測対象領域ＳＡＬ２は、Ｘ軸方向に沿って互いに離間している。

[0077] その結果、主制御装置１６は、５つの計測対象領域のスペックル情報を取得する。スペックル情報は、例えば、図４（ｃ）に示すように、レチクルステージ１１１のＹ座標（言い換えれば、Ｙ軸方向の位置）に対応付けられている情報である。図４（ｃ）では、説明の便宜上、スペックル情報がスカラー量として示されているが、スペックル情報は、多次元の情報である。各計測対象領域がパターン領域１１１ＰＡ及びレチクルフィデュシャル板１１５の夫々の少なくとも一部を含む領域内を移動するがゆえに、図４（ｂ）に示すように、スペックル情報は、レチクルフィデュシャル板１１５のスペックル情報Ｓｆ０と、パターン領域１１１ＰＡのスペックル情報Ｓｐ０とを含ん

でいる。

[0078] ここで、図４（ｂ）に示すように、主制御装置１６は、受光素子１５６の受光面１５６ａのうちの少なくとも一部である検出領域１５６ｂでの検出結果に基づいて、スペックル情報を取得する。例えば、受光面１５６ａ全体の視野が２００μｍ四方の大きさとなる場合において、主制御装置１６は、１０μｍ四方の大きさの検出領域１５６ｂでの検出結果に基づいて、スペックル情報を取得してもよい。

[0079] このとき、主制御装置１６は、取得したスペックル情報に応じて、検出領域１５６ｂの位置及び大きさの少なくとも一方を調整してもよい。例えば、主制御装置１６は、取得したスペックル情報がパターン領域１１１ＰＡの経時的な変動量を計測することが困難なスペックル情報である場合には、受光面１５６ａ内での検出領域１５６ｂの位置を変更してもよい。例えば、主制御装置１６は、取得したスペックル情報がパターン領域１１１ＰＡの経時的な変動量を計測することが困難なスペックル情報である場合には、受光面１５６ａに沿って検出領域１５６ｂを移動（シフト）してもよい。例えば、主制御装置１６は、取得したスペックル情報がパターン領域１１１ＰＡの経時的な変動量を計測することが困難なスペックル情報である場合には、検出領域１５６ｂの大きさを変更してもよい。例えば、主制御装置１６は、取得したスペックル情報がパターン領域１１１ＰＡの経時的な変動量を計測することが困難なスペックル情報である場合には、検出領域１５６ｂの大きさを大きく又は小さくしてもよい。尚、パターン領域１１１ＰＡの経時的な変動量を計測することが困難なスペックル情報として、例えば、周期的な又は規則的なパターンを呈するスペックル情報（いわゆる、規則的な回折光としての性質が相対的強い干渉光ＬＢ３を受光素子１５６が受光した場合に取得されるスペックル情報）が例示される。

[0080] 照射面１５６ａ上には、異なる複数の検出領域１５６ｂが設定されていてもよい。照射面１５６ａ上には、少なくとも一部が重複する複数の検出領域１５６ｂが設定されていてもよい。この場合、主制御装置１６は、複数の検

出領域１５６ｂでの検出結果に基づいて、スペックル情報を取得してもよい。但し、照射面１５６ａ上には、単一の検出領域１５６ｂが設定されていてもよい。

[0081] 各スペックル計測装置１５は、計測光ＬＢ２の照射と、計測対象領域で散乱又は反射した計測光ＬＢ２が互いに干渉して生成される干渉光ＬＢ３の検出とを並行して行う。この意味において、計測光ＬＢ２が照射される期間と干渉光ＬＢ３を検出する期間（つまり、スペックル情報を取得する期間）とは少なくともその一部が重複していると言える。但し、厳密に言えば、各スペックル計測装置１５は、ある計測対象領域に計測光ＬＢ２を照射した後に、当該計測対象領域からの干渉光ＬＢ３を検出している。しかしながら、ある計測対象領域に計測光ＬＢ２を照射してから当該計測対象領域からの干渉光ＬＢ３を検出するまでの時間は、極めて短い。このため、各スペックル計測装置１５は、計測光ＬＢ２の照射と実質的には同時に、計測対象領域で散乱又は反射した計測光ＬＢ２が互いに干渉して生成される干渉光ＬＢ３を検出しているとも言える。この意味においても、計測光ＬＢ２が照射される期間と干渉光ＬＢ３を検出する期間（つまり、スペックル情報を取得する期間）とは少なくともその一部が重複していると言える。

[0082] 主制御装置１６は、レチクルレーザ干渉計１１６によるレチクルステージ１１の位置の計測結果を取得するタイミングと同期して、スペックル情報を取得する。その結果、スペックル情報は、レチクルレーザ干渉計１１６の計測結果と対応付けられた形式でメモリ１７内に格納される。つまり、上述したように、スペックル情報は、レチクルステージ１１１のＹ座標（言い換えれば、Ｙ軸方向の位置）に対応付けられた形式でメモリ１７内に格納される。

[0083] 第１スペックル取得動作で取得されるスペックル情報は、レチクル１１１に形成されている露光用パターンに固有のスペックル情報である。従って、第１スペックル取得動作で取得されるスペックル情報のみを用いてパターン領域１１１ＰＡの経時的な変動量を計測することは困難である。第１スペッ

クル取得動作で取得されるスペックル情報は、パターン領域１１１ＰＡの経時的な変動量を計測する際の基準となるスペックル情報である。

[0084] 計測対象領域のスペックル情報は、計測対象領域に固有の情報である。従って、レチクルステージ１１が保持しているレチクル１１１が変わると、取得されるスペックル情報もまた変わる。このため、第１スペックル取得動作は、レチクル１１１毎に少なくとも１回行われる。従って、レチクルステージ１１が新たなレチクル１１１を保持する都度、当該新たに保持されたレチクル１１１に対して、第１スペックル取得動作が行われる。

[0085] その後、各ロットの最初のウェハ１４１を露光する直前には、主制御装置１６は、一対のレチクルアライメント検出系１１９並びに４つのレチクルアライメントマーク１１１ＲＡ及びウェハステージ１４に固定されている基準板１４４に形成されている第２基準マークを用いて、レチクルアライメント動作を行う。

[0086] 更に、主制御装置１６がレチクルアライメント動作を行う期間の少なくとも一部において、主制御部１６は更に、上述した第１スペックル取得動作と同一である第２スペックル取得動作を行うことで計測対象領域のスペックル情報を取得する。つまり、主制御装置１６は、レチクルアライメント動作と並行して、第２スペックル取得動作を行う。言い換えれば、主制御装置１６は、主制御装置１６が第２スペックル取得動作を行う期間の少なくとも一部において、レチクルアライメント動作を行う。つまり、主制御装置１６は、第２スペックル取得動作と並行して、レチクルアライメント動作を行う。その結果取得されるスペックル情報は、第２状態のスペックル情報として、メモリ１７内に格納される。

[0087] 例えば、図５に示すように、レチクルアライメント動作は、一対のレチクルアライメント検出系１１９と、Ｘ軸方向に沿って並ぶ２つのレチクルアライメントマーク１１１ＲＡ及び第２基準マークが光軸ＡＸに沿って並ぶ状態で行われる。この場合であっても、図５に示すように、各スペックル計測装置１５は、レチクルステージ１１の移動に伴ってパターン領域１１１ＰＡ及

びレチクルフィデュシャル板１１５の夫々の少なくとも一部を含む領域内を移動する計測対象領域に対して計測光ＬＢ２を照射することができる。従って、主制御装置１６は、レチクルアライメント動作を行うと同時に、計測対象領域のスペックル情報を取得することができる。

[0088] 主制御装置１６は、第１スペックル取得動作で基準光ＬＢ１を出射したタイミングと同じタイミングで基準光ＬＢ１を出射するように、光源１５１を制御する。主制御装置１６は、第１スペックル取得動作でスペックル情報を取得したタイミングと同じタイミングでスペックル情報を取得するように、各スペックル計測装置１５を制御する。主制御装置１６は、第１スペックル取得動作及び第２スペックル取得動作の双方において、計測ターゲットの同一の領域に基準光ＬＢ１が照射され且つ同一の領域からのスペックル情報を取得するように、各スペックル計測装置１５を制御する。

[0089] その後、主制御装置１６は、第２スペックル取得動作で取得した第２状態のスペックル情報と、第１スペックル取得動作で予め取得しておいた第１状態のスペックル情報とを比較する。主制御装置１６は、第１状態のスペックル情報と第２状態のスペックル情報との比較結果に基づいて、第１スペックル取得動作が行われていた時点でのパターン領域１１１ＰＡ（以降、“初期状態のパターン領域１１１ＰＡ”と称する）を基準とするパターン領域ＰＡの変動量を計測する。

[0090] 一例として、あるスペックル計測装置１５の検出結果に基づいて主制御装置１６が取得したスペックル情報を用いて説明を進める。図６（ａ）は、第１スペックル取得動作によって取得された第１状態のスペックル情報を示す。図６（ｂ）は、第２スペックル取得動作によって取得された第２状態のスペックル情報を示す。主制御装置１６は、第１状態のスペックル情報と第２状態のスペックル情報との差分に基づいて、初期状態の計測対象領域を基準とする当該計測対象領域のＸ軸方向及びＹ軸方向の夫々の変動量を計測する（言い換えれば、算出する）。例えば、図６（ｃ）は、初期状態の計測対象領域を基準（つまり、ゼロ）とする当該計測対象領域のＸ軸方向の変動量Δ

Ｘを、計測対象領域のＹ座標と関連付けて示している。図６（ｄ）は、初期状態の計測対象領域を基準（つまり、ゼロ）とする当該計測対象領域のＹ軸方向の変動量ΔＹを、計測対象領域のＹ座標と関連付けて示している。

[0091] 主制御装置１６は、５つのスペックル計測装置１５の検出結果に基づいて、５つの計測対象領域の変動量ΔＸ及びΔＹを計測することができる。その結果、主制御装置１６は、５つの計測対象領域の変動量ΔＸ及びΔＹに基づいて、パターン領域１１１ＰＡがどのように変動しているかを認識することができる。主制御装置１６は、５つの計測対象領域の変動量ΔＸ及びΔＹに基づいて、パターン領域１１１ＰＡの二次元的な歪みを計測することができる。

[0092] 一方で、各スペックル計測装置１５の取り付け位置又は取り付け状態は、長時間の使用に伴って変動する可能性がある。各スペックル計測装置１５の取り付け位置又は取り付け状態が変動すると、各スペックル計測装置１５の出力にドリフトが生ずる。このようなドリフトは、上述した変動量ΔＸ及びΔＹの計測誤差を引き起こしかねない。そこで、各スペックル計測装置１５の出力のドリフトに起因した変動量ΔＸ及びΔＹの計測誤差を除去するために、主制御装置１６は、レチクルフィデュシャル板１１５のスペックル情報を利用する。具体的には、レチクルフィデュシャル板１１５は、露光光ＥＬが照射されないがゆえに、レチクル１１１とは異なり、露光用パターンの露光が開始されてから長時間が経過した後であっても、熱変形することはない。このため、レチクルフィデュシャル板１１５の第２状態のスペックル情報は、レチクルフィデュシャル板１１５の第１状態のスペックル情報と同一になるはずである。このため、レチクルフィデュシャル板１１５の各領域部分の変動量ΔＸ及びΔＹ（図６（ｃ）及び図６（ｄ）参照）は、各スペックル計測装置１５の出力のドリフトによる変動量であると推測される。このため、主制御装置１６は、パターン領域１１１ＰＡの各領域部分の変動量ΔＸ及びΔＹから夫々レチクルフィデュシャル板１１５の各領域部分の変動量ΔＸ及びΔＹを差し引くことで、各スペックル計測装置１５の出力のドリフトに

起因した変動量ΔＸ及びΔＹの計測誤差を除去することができる。

[0093] 例えば、図７に点線で示すような変動量ΔＹが計測された場合には、図７の相対的に左側に点線で示すレチクルフィデュシャル板１１５の変動量ΔＹがゼロになるように、図７の相対的に右側に点線で示すパターン領域１１１ＰＡの変動量ΔＹをＹ軸方向に沿ってシフトさせる。その結果、図７の相対的に右側に実線で示す、各スペックル計測装置１５の出力のドリフトに起因した計測誤差が除去されたパターン領域１１１ＰＡの変動量ΔＹが取得される。尚、変動量ΔＸについても同様である。

[0094] 主制御装置１６は、５つのスペックル計測装置１５の検出結果に基づいて計測される５つの計測対象領域の変動量ΔＸ及びΔＹ（図８（ａ）及び図８（ｂ）参照）から、各スペックル計測装置１５の出力のドリフトに起因した計測誤差を除去する。その後、主制御措置１６は、ドリフトに起因した計測誤差が除去された変動量ΔＸ及びΔＹ、並びに、４つのレチクルアライメントマーク１１１ＲＡを基準とするパターン領域１１１ＰＡの各領域部分の位置に基づいて、パターン領域１１１ＰＡの２次元的な歪みの形状を計測する（言い換えれば、算出する）ことができる。特に、上述したように、スペックル計測装置１５Ｌ２及び１５Ｒ２の夫々がＺ軸方向に沿って一対のレチクルアライメントマーク１１１ＲＡと重なることが可能な位置に配置されている。このため、主制御装置１６は、スペックル計測装置１５Ｒ２及び１５Ｌ２の夫々の検出結果に基づいてレチクルアライメントマーク１１１ＲＡのスペックル情報を取得することができる。つまり、主制御装置１６は、レチクルアライメントマーク１１１ＲＡの位置の変動量をも計測することができる。従って、主制御装置１６は、４つのレチクルアライメントマーク１１１ＲＡの位置を基準としたパターン領域１１１ＰＡの２次元的な歪み（例えば、パターン領域１１１ＰＡの各領域部分のＸＹ平面内での変動量）を計測することができる。

[0095] 尚、レチクルアライメントマーク１１１ＲＡを用いたレチクルアライメント動作が行われた後には、レチクル１１１の位置は、レチクルステージ１１

の位置を計測するレチクルレーザ干渉計１１６によって計測される。更には、各スペックル計測装置１５の設置位置（ひいては、計測対象領域であり、計測光ＬＢ２が照射される領域）は既知である。従って、主制御装置１６は、レチクルレーザ干渉計１１６が計測したレチクルステージ１１の位置（特に、Ｙ軸方向の位置）に基づいて、レチクル１１１の位置（特に、Ｙ軸方向の位置）及び当該レチクル１１１上での計測対象領域を認識することができる。このため、主制御装置１６は、取得したスペックル情報のうちのどの情報部分がレチクルアライメントマーク１１１ＲＡに相当するスペックル情報であるかを認識することができる。

[0096] その後、ウェハ１４１を露光するためにウェハ１４１がウェハステージ１４によって保持される。ウェハ１４１がウェハステージ１４によって新たに保持されると、主制御装置１６は、ウェハアライメント検出系１４９を用いて、ウェハ１４１上に形成されている複数のウェハアライメントマークを検出するウェハアライメント動作（例えば、ＥＧＡ：Ｅｎｈａｎｃｅｄ　Ｇｌｏｂａｌ　Ａｌｉｇｎｍｅｎｔ）を行う。尚、ウェハアライメント動作は、例えば米国特許第４，７８０，６１７号等に開示されている。

[0097] その後、主制御装置１６の制御下で、ウェハ１４１上の複数のショット領域に対してレチクル１１１に形成された露光用パターンの縮小像を転写する露光動作が行われる。この露光動作が行われる際には、主制御装置１６は、各ショット領域と露光用パターンとが光学的に重なり合うように、スペックル情報に基づいて計測されたパターン領域１１１ＰＡの２次元的な歪みに基づいて、レチクルステージ駆動系１１２、ウェハステージ駆動系１４２及び結像特性補正コントローラ１３１の少なくとも一つを制御する。その結果、主制御装置１６は、各ショット領域と露光用パターンとを高精度に重ね合わせることができる。

[0098] あるウェハ１４１に対する露光が終了した場合には、露光が終了したウェハ１４１がウェハステージ１４１からリリースされると共に、新たなウェハ１４１がウェハステージ１４によって保持される。以降は、上述したウェハ

１４１がウェハステージ１４によって新たに保持された後の動作が繰り返される。あるロットの全てのウェハ１４１に対する露光が終了した場合には、各ロットの最初のウェハ１４１を露光する直前に行われる動作（上述したレチクルアライメント動作及び第２スペックル取得動作に伴うパターン領域１１１ＰＡの２次元的な歪みの形状の計測）が行われる。

[0099] 以上説明したように、第１実施形態の露光装置１によれば、主制御装置１６は、レチクルアライメント動作が行われる都度、パターン領域１１１ＰＡの２次元的な歪みを計測することができる。このため、主制御装置１６は、露光光ＥＬの照射によってレチクル１１１が熱変形した場合であっても、当該熱変形に起因したパターン領域１１１ＰＡの２次元的な歪みを計測することができる。例えば、主制御装置１６は、レチクル１１１の熱変形に起因したパターン領域１１１ＰＡの光軸ＡＸに交わる方向に沿った変動量ΔＸ及びΔＹを計測することができる。

[0100] 第１実施形態では特に、主制御装置１６は、スペックル情報に基づいてパターン領域１１１ＰＡの変動量ΔＸ及びΔＹを計測する。このため、主制御装置１６は、ＦＩＡ（Ｆｉｅｌｄ Ｉｍａｇｅ Ａｌｉｇｎｍｅｎｔ）系と同様の画像処理方式の結像センサによる画像の検出結果に基づいてパターン領域１１１ＰＡの変動量ΔＸ及びΔＹを計測する場合と比較して、パターン領域１１１ＰＡの変動量ΔＸ及びΔＹを高精度に計測することができる。従って、主制御装置１６は、パターン領域１１１ＰＡの２次元的な歪みが非線形な歪みである場合であっても、当該歪み（つまり、当該歪みを実質的に示す変動量ΔＸ及びΔＹ）を計測することができる。

[0101] 更に、第１実施形態では、各スペックル計測装置１５は、各計測対象領域に対して、各計測対象領域に対する入射角度が互いに異なる複数の計測光ＬＢ２を照射する。このため、各計測対象領域に対して単一の計測光ＬＢ２が照射される場合と比較して、主制御装置１６は、スペックル情報を好適に取得することができ且つ変動量ΔＸ及びΔＹを好適に計測することができる。

[0102] 複数の計測光ＬＢ２を照射する技術的効果は、計測対象領域に形成されて

いる露光用パターンの形状が規則的（或いは、周期的）である場合に特に顕著になる。規則的な露光用パターンの一例として、例えば、夫々が一の方向（例えば、Ｘ軸方向）に延びる複数の線状のパターンが他の方向（例えば、Ｙ軸方向）に沿って配列している露光用パターンが例示される。このような規則的な露光用パターンが形成されている計測対象領域に対して単一の計測光ＬＢ２が照射される場合には、当該計測対象領域で散乱又は反射した計測光ＬＢ２が互いに干渉して生成される干渉光ＬＢ３は、実質的には、規則的な回折光と同視し得る可能性が高い。従って、例えばパターン領域１１１ＰＡの形状が変化している場合であっても、得られる干渉光ＬＢ３に実質的な変化が見られない可能性がある。その結果、パターン領域１１１ＰＡの形状が変化している場合であっても、変動量ΔＸ及びΔＹが計測されない（例えば、ゼロであると計測される）可能性がある。しかるに、第１実施形態では、複数の計測光ＬＢ２が照射されるがゆえに、規則的な露光用パターンが形成されている計測対象領域で散乱又は反射した複数の計測光ＬＢ２が互いに干渉して生成される干渉光ＬＢ３は、スペックルを呈する干渉光となる可能性が高くなる。従って、規則的な露光用パターンが形成されている領域が計測対象領域に設定されている場合であっても、主制御装置１６は、スペックル情報を好適に取得することができ且つ変動量ΔＸ及びΔＹを好適に計測することができる。

[0103] 更に、第１実施形態では、スペックル受光光学系の光軸ＡＸ２は、スペックル照射光学系の光軸ＡＸ１とは異なる。従って、受光素子１５６が受光する干渉光ＬＢ３には、０次光が含まれなくなる。或いは、スペックル受光光学系の光軸ＡＸ２とスペックル照射光学系の光軸ＡＸ１とが一致する場合と比較して、受光素子１５６が受光する干渉光ＬＢ３には、計測光ＬＢ２そのものとしての性質を相対的に強く呈する（言い換えれば、スペックルとしての性質を相対的に強く呈しにくい）０次光が含まれにくくなる。このため、主制御装置１６は、スペックル情報を好適に取得することができ且つ変動量ΔＸ及びΔＹを好適に計測することができる。

[0104] 更に、主制御装置１６は、上述の如く計測したパターン領域１１１ＰＡの２次元的な歪み（例えば、変動量ΔＸ及びΔＹ）に基づいて、レチクルステージ駆動系１１２、ウェハステージ駆動系１４２及び結像特性補正コントローラ１３１の少なくとも一つを制御する。このため、主制御装置１６は、パターン領域１１１ＰＡに２次元的な歪みが生じている場合であっても、当該歪みの影響を殆ど又は全く受けることなく、ウェハ１４１上の各ショット領域とレチクル１１１上の露光用パターンとを高精度に重ね合わせることができる。

[0105] 尚、図１から図８を用いて説明したスペックル計測装置１５の構成及び当該スペックル計測装置１５を用いた計測動作（特に、パターン領域１１１ＰＡの経時的な変動量の計測動作）は一例である。従って、スペックル計測装置１５の構成及び当該スペックル計測装置１５を用いた計測動作の少なくとも一部が適宜改変されてもよい。以下、スペックル計測装置１５の構成及び当該スペックル計測装置１５を用いた計測動作の少なくとも一部の改変の例について説明する。

[0106] 露光装置１は、４つ以下又は６つ以上のスペックル計測装置１５を備えていてもよい。この場合、計測ターゲットには、４つ以下又は６つ以上のスペックル計測装置１５が計測光ＬＢ２を夫々照射する４つ以下又は６つ以上の計測対象領域が位置していてもよい。少なくとも一つのスペックル計測装置１５は、レチクルステージ定盤１１３上に配置されていてもよい。少なくとも一つのスペックル計測装置１５は、レチクルステージ定盤１１３とは異なる構造体内又は構造体上に配置されていてもよい。

[0107] 複数のスペックル計測装置１５の全てがＸ軸方向に沿って並んでいなくてもよい。複数のスペックル計測装置１５のうちの少なくとも一部のＹ軸方向の位置は、複数のスペックル計測装置１５のうちの少なくとも他の一部のＹ軸方向の位置と異なっていてもよい。複数のスペックル計測装置１５は、Ｙ軸方向に交わる方向に沿って並んでいてもよい。Ｘ軸方向に沿った両端に位置するスペックル計測装置１５Ｌ２及び１５Ｒ２の少なくとも一方は、Ｙ軸

方向に沿って並ぶ一対のレチクルアライメントマーク１１１ＲＡと、Ｚ軸方向に沿って重ならない位置に配置されていてもよい。尚、パターン領域１１１ＰＡの変動量ΔＸ及びΔＹを計測するためには、複数のスペックル計測装置１５は、レチクルステージ１１の移動に合わせて、パターン領域１１１ＰＡ及びレチクルフィデュシャル板１１５の夫々の少なくとも一部を含む領域内を移動可能な計測対象領域に対して計測光ＬＢ２を照射可能な位置に配置されている。

[0108] 少なくとも一つのスペックル計測装置１５は、露光光ＥＬの光路内に向けて計測光ＬＢ２を照射してもよい。少なくとも一つのスペックル計測装置１５の計測対象領域は、露光光ＥＬの光路内に位置していてもよい。少なくとも一つのスペックル計測装置１５の計測対象領域は、照明領域ＩＲの少なくとも一部と重複していてもよい。

[0109] 少なくとも一つのスペックル計測装置１５の計測対象領域が露光光ＥＬの光路内に位置する場合には、計測光ＬＢ２が露光用パターンに照射されるがゆえに、主制御装置１６は、露光用パターンそのものの位置を直接的に計測していると言える。この場合、露光用パターンそのものの位置に基づいて各ショット領域と露光用パターンとを高精度に重ね合わせるようにレチクルステージ駆動系１１２を制御するという動作は、露光用パターンそのものの位置に基づいてレチクルステージ１１の位置決めを行うという動作に相当する。その結果、主制御装置１６は、相対的に簡便な処理を用いて、各ショット領域と露光用パターンとをより一層高精度に重ね合わせることができる。更に、この場合、格子部をターゲットとするヘッドを含むエンコーダシステムを用いてレチクルステージ１１の位置を計測する場合とは異なり、格子部の変動等に起因するレチクルステージ１１の座標系の変動が露光用パターンの位置の計測に影響を与えることが殆ど又は全くなくなる。この意味においても、主制御装置１６は、各ショット領域と露光用パターンとをより一層高精度に重ね合わせることができる。但し、露光用パターンそのものの位置に基づいて各ショット領域と露光用パターンとを高精度に重ね合わせる場合であ

っても、各ショット領域と露光用パターンとがより一層高精度に重ね合わせるために、主制御装置１６は、各スペックル計測装置１５のドリフトに起因した計測誤差を除去してもよい。

[0110] 少なくとも一つのスペックル計測装置１５は、集光レンズ１５３、投影レンズ１５４及びピンホール板１５５の少なくとも一つを備えていなくてもよい。少なくとも一つのスペックル計測装置１５が備える光源１５１、光学部材１５２、集光レンズ１５３、集光レンズ１５４、ピンホール板１５５及び受光素子１５６の少なくとも一部は、筐体１５８内に収容されていなくてもよい。少なくとも一つのスペックル計測装置１５は、筐体１５８を備えていなくてもよい。

[0111] 光源１５１は、光学部材１５２に向けて基準光ＬＢ１を出射することに加えて又は代えて、計測ターゲットに向けて計測光ＬＢ２として用いられる基準光ＬＢ１を出射してもよい。光源１５１は、計測対象領域に含まれる露光用パターンに応じて、光学部材１５２及び計測ターゲットのいずれかに向けて基準光ＬＢ１を出射してもよい。例えば、計測対象領域に含まれる露光用パターンが規則的な又は周期的なパターン（特に、レチクルステージ１１の移動方向に沿って並ぶ規則的な又は周期的なパターン）である場合には、光源１５１は、光学部材１５２に向けて基準光ＬＢ１を出射してもよい。例えば、計測対象領域に含まれる露光用パターンが規則的な又は周期的なパターンでない（例えば、不規則的な、非周期的な又はランダムなパターンである）場合には、光源１５１は、計測ターゲットに向けて計測光ＬＢ２として用いられる基準光ＬＢ１を出射してもよい。

[0112] 光学部材１５２は、平面視において任意の形状（例えば、板状）の部材であってもよい。光学部材１５２が備える光学粗面１５２ａは、基準光ＬＢ１を反射することに加えて又は代えて、基準光ＬＢ１を散乱してもよい。光学粗面１５２ａは、基準光ＬＢ１を反射することに加えて又は代えて、基準光ＬＢ１を散乱することで、複数の計測光ＬＢ２を生成する面であってもよい。光学粗面１５２ａは、基準光ＬＢ１を複数の計測光ＬＢ２として反射又は

散乱する面であってもよい。この場合、光学粗面１５２ａが基準光ＬＢ１を散乱することで複数の計測光ＬＢ２を生成する場合には、光学粗面１５２ａの反射率は、光所定量よりも小さくてもよい。

[0113] 光学粗面１５２ａに形成されている凸部パターン１５２ｂの大きさｈ１は、基準光ＬＢ１の波長と同一であってもよい。凸部パターン１５２ｂの大きさｈ１は、基準光ＬＢ１の波長よりも小さくてもよい。光学粗面１５２ａに形成されている凹部パターン１５２ｃの大きさｈ２は、基準光ＬＢ１の波長と同一であってもよい。凹部パターン１５２ｃの大きさｈ２は、基準光ＬＢ１の波長よりも小さくてもよい。

[0114] 複数のスペックル計測装置１５のうちの一のスペックル計測装置１５の計測対象領域の少なくとも一部は、複数のスペックル計測装置１５のうちの他のスペックル計測装置１５の計測対象領域の少なくとも一部と重複していてもよい。例えば、スペックル計測装置１５Ｒ１の計測対象領域ＳＡＲ１の少なくとも一部は、スペックル計測装置１５Ｒ２の計測対象領域ＳＡＲ２の少なくとも一部と重複していてもよい。

[0115] 主制御装置１６は、光源１５が出射する基準光ＬＢ１のビーム径を変更してもよい。主制御装置１６は、取得したスペックル情報に応じて、光源１５が出射する基準光ＬＢ１のビーム径を変更してもよい。例えば、主制御装置１６は、取得したスペックル情報がパターン領域１１１ＰＡの経時的な変動量を計測することが困難なスペックル情報である場合には、基準光ＬＢ１のビーム径を変更してもよい（例えば、大きく又は小さくしてもよい）。基準光ＬＢ１のビーム径が変更されると、基準光ＬＢ１が照射される領域である計測対象領域の大きさもまた変更される。例えば、基準光ＬＢ１のビーム径が大きくなると、基準光ＬＢ１が照射される領域である計測対象領域の大きさも大きくなる。その結果、主制御装置１６は、パターン領域１１１ＰＡの経時的な変動量を相対的に計測しやすいスペックル情報を取得しやすくなる。

[0116] 少なくとも一つのスペックル計測装置１５は、複数の計測光ＬＢ２を計測

対象領域に対して照射しなくてもよい。少なくとも一つのスペックル計測装置１５は、光学部材１５２及び集光レンズ１５３を備えていなくてもよい。この場合、少なくとも一つのスペックル計測装置１５は、光源１５１が出射する基準光ＬＢ１を、計測光ＬＢ２として計測対象領域に対して照射してもよい。

[0117] 主制御装置１６は、レチクルステージ１１が移動していない期間の少なくとも一部に第１スペックル取得動作を行ってもよい。主制御装置１６は、レチクルステージ１１が停止している期間の少なくとも一部に第１スペックル取得動作を行ってもよい。この場合には、主制御装置１６は、相互に異なる位置でレチクルステージ１１が停止している複数のタイミングの夫々において、第１スペックル取得動作を行ってもよい。言い換えれば、主制御装置１６は、レチクルステージ１１の移動方向に沿って計測ターゲット上で断続的に分布する複数の領域の夫々に対して第１スペックル取得動作を行ってもよい。その結果、主制御装置１６は、レチクルステージ１１が移動している期間の少なくとも一部に第１スペックル取得動作を行う場合と同様に、レチクルステージ１１のＹ座標に対応付けられているスペックル情報を取得することができる。更には、レチクルステージ１１が移動している期間の少なくとも一部に第１スペックル取得動作が行われる場合と比較して、メモリ１７に格納されるスペックル情報の情報量が削減される。つまり、レチクルステージ１１の移動方向に沿って計測ターゲット上で連続的に分布する一連の領域に対して第１スペックル取得動作が行われる場合と比較して、メモリ１７に格納されるスペックル情報の情報量が削減される。第２スペックル取得動作についても同様である。

[0118] 主制御装置１６は、レチクルアライメント動作が行われる期間とは異なる他の期間の少なくとも一部に第２スペックル取得動作を行ってもよい。その結果、主制御装置１６は、レチクルアライメント動作を行う際に合わせて第２スペックル取得動作を行わなくてもよくなるがゆえに、場合によっては、露光装置１のスループットが向上する。

[0119] 例えば、主制御装置１６は、レチクル１１１に対して露光光ＥＬが照射されていない期間の少なくとも一部に第２スペックル取得動作を行ってもよい。主制御装置１６は、露光用パターンがウェハ１４１に転写されていない期間の少なくとも一部に第２スペックル取得動作を行ってもよい。主制御装置１６は、ウェハステージ１４が保持するウェハ１４１が交換されている期間の少なくとも一部に第２スペックル取得動作を行ってもよい。主制御装置１６は、露光装置１の状態（例えば、露光光ＥＬに対する透過率や露光光ＥＬのパワー等）を計測する期間の少なくとも一部に第２スペックル取得動作を行ってもよい。主制御装置１６は、ウェハステージ１４に代えて露光装置１が備える不図示の計測ステージが投影光学系１３の下方に位置する（言い換えれば、光軸ＡＸ上に位置する）期間の少なくとも一部に第２スペックル取得動作を行ってもよい。その結果、主制御装置１６は、ウェハ１４１対する露光用パターンの転写に対して殆ど又は全く影響を与えることなく、スペックル情報を取得することができる。

[0120] 例えば、主制御装置１６は、レチクル１１１に対して露光光ＥＬが照射されている期間の少なくとも一部に第２スペックル取得動作を行ってもよい。主制御装置１６は、露光用パターンがウェハ１４１に転写されている期間の少なくとも一部に第２スペックル取得動作を行ってもよい。つまり、主制御装置１６は、露光用パターンの露光と並行して、パターン領域１１１ＰＡの変動量ΔＸ及びΔＹを計測してもよい。その結果、主制御装置１６は、スペックル情報をより高頻度に取得することができ且つ変動量ΔＸ及びΔＹをより高頻度に計測することができる。このため、主制御装置１６は、ウェハ１４１上の各ショット領域とレチクル１１１上の露光用パターンとをより一層高精度に重ね合わせることができる。

[0121] 但し、レチクル１１１に対して露光光ＥＬが照射されている期間の少なくとも一部に第２スペックル取得動作が行われる場合には、第２スペックル取得動作は、レチクルステージ１１が等速移動している場合のみならず、レチクルステージ１１が加減速している場合にも行われる可能性がある。レチク

ルステージ１１の加減速は、レチクル１１１の一時的な変形を引き起こしかねない。従って、この場合には、主制御装置１６は、第１状態のスペックル情報（例えば、初期状態のパターン領域１１１ＰＡ）を基準としてレチクルステージ１１の加減速によるレチクル１１１の一時的な変形の影響を排除してもよい。

[0122] レチクル１１１に対して露光光ＥＬが照射されている期間の少なくとも一部に第２スペックル取得動作を行う場合には、主制御装置１６は、レチクルステージ１１が等速移動している期間の少なくとも一部に第２スペックル取得動作を行う一方で、レチクルステージ１１が加減速している期間に第２スペックル取得動作を行わなくてもよい。その結果、主制御装置１６による特段の信号処理を必要とすることなく、レチクルステージ１１の加減速によるレチクル１１１の一時的な変形の影響が好適に除去される。

[0123] 尚、計測対象領域が露光光ＥＬの光路内に位置する（つまり、照明領域ＩＲの少なくとも一部と重複する）場合には、主制御装置１６は、比較的容易に、レチクルステージ１１が加減速している期間に第２スペックル取得動作を行うことなく、レチクルステージ１１が等速移動している期間の少なくとも一部に第２スペックル取得動作を行うことができる。

[0124] 主制御装置１６は、レチクルアライメント動作が行われる周期よりも短い周期で、第２スペックル取得動作を繰り返し行ってもよい。その結果、主制御装置１６は、スペックル情報をより高頻度に取得することができ且つ変動量ΔＸ及びΔＹをより高頻度に計測することができる。このため、主制御装置１６は、ウェハ１４１上の各ショット領域とレチクル１１１上の露光用パターンとをより一層高精度に重ね合わせることができる。

[0125] 主制御装置１６は、スペックル情報に基づいて、パターン領域１１１ＰＡの二次元的な歪み（つまり、変動量ΔＸ及びΔＹ）を計測することに加えて又は代えて、パターン領域１１１ＰＡのＺ軸方向の変動量ΔＺを計測してもよい。この場合、例えば、スペックル計測装置１５として、特開２００６－１８４０９１号公報等に開示されている画像相関変位計（具体的には、三角

測量の原理で測定対象面の高さ方向の位置を計測する変位計）が採用されてもよい。

[0126] 上述した説明では、主制御装置１６は、スペックル情報に基づいてパターン領域１１１ＰＡの二次元的な歪みを計測している。しかしながら、本発明はスペックル情報に基づくものには限定されない。例えば主制御装置１６は、スペックル情報に加えて又は代えて、計測ターゲットで散乱又は反射した計測光ＬＢ２（つまり、干渉光ＬＢ３）から得られる任意の情報に基づいて、パターン領域１１１ＰＡの二次元的な歪みを計測してもよい。例えば、露光装置１は、少なくとも一つのスペックル計測装置１５に加えて又は代えて、少なくとも一つの光検出装置を備えていてもよい。光計測装置は、計測ターゲットで反射した計測光ＬＢ２（つまり、干渉光ＬＢ３）を検出可能な装置である。主制御装置１６は、スペックル計測装置１５の検出結果に相当するスペックル情報を比較することに加えて又は代えて、光計測装置の検出結果を比較することで、パターン領域１１１ＰＡの二次元的な歪み（つまり、変動量ΔＸ及びΔＹ）を計測してもよい。例えば、主制御装置１６は、あるレチクル１１１が初めて使用されるタイミングでの光計測装置の検出結果に相当する第１状態の光検出情報と、レチクルアライメント動作が行われる期間の少なくとも一部での光計測装置の検出結果に相当する第２状態の光検出情報とを比較することで、パターン領域１１１ＰＡの二次元的な歪みを計測してもよい。

[0127] 但し、主制御装置１６は、計測ターゲットで散乱又は反射した計測光ＬＢ２（つまり、干渉光ＬＢ３）から得られる任意の情報に基づくことなく、パターン領域１１１ＰＡの二次元的な歪みを計測してもよい。つまり、主制御装置１６は、計測光ＬＢ２が計測ターゲットに対して照射されていない場合であっても、何らかの手法を用いてパターン領域１１１ＰＡの二次元的な歪みを計測してもよい。例えば、露光装置１は、少なくとも一つのスペックル計測装置１５に加えて又は代えて、少なくとも一つのパターン計測装置を備えていてもよい。パターン計測装置は、レチクル１１１のパターン領域１１

１ＰＡに形成されている露光用パターンを計測可能な装置である。このようなパターン計測装置として、例えば、パターン領域１１１ＰＡを撮像することで当該パターン領域１１１ＰＡの画像を取得する画像センサ（例えば、上述したＦＩＡ系と同様の画像処理方式の画像センサ）が例示される。主制御装置１６は、スペックル計測装置１５の検出結果に相当するスペックル情報を比較することに加えて又は代えて、パターン計測装置の検出結果に相当するパターン情報を比較することで、パターン領域１１１ＰＡの二次元的な歪み（つまり、変動量ΔＸ及びΔＹ）を計測してもよい。例えば、主制御装置１６は、あるレチクル１１１が初めて使用されるタイミングでのパターン計測装置の検出結果に相当する第１状態のパターン情報と、レチクルアライメント動作が行われる期間の少なくとも一部でのパターン計測装置の検出結果に相当する第２状態のパターン情報とを比較することで、パターン領域１１１ＰＡの二次元的な歪みを計測してもよい。

[0128] 上述した説明では、パターン領域１１１ＰＡに形成される露光用パターン及びレチクルアライメントマーク１１１ＲＡを形成する電子線露光装置の形成誤差はゼロである。しかしながら、電子線露光装置の形成誤差はゼロでない場合であっても、主制御装置１６は、上述したスペックル情報に基づいて、電子線露光装置の形成誤差を計測することができる。例えば、主制御装置１６は、形成誤差がゼロである露光用パターンが形成された基準となるレチクル１１１に対して上述した第１スペックル取得動作と同様の動作を行うと共に、取得したスペックル情報を基準となるスペックル情報としてメモリ１７に格納する。更に、主制御装置１６は、形成誤差がゼロでない露光用パターンが形成された基準となるレチクル１１１に対して上述した第１スペックル取得動作と同様の動作を行うと共に、取得したスペックル情報を計測誤差の測定対象となるスペックル情報としてメモリ１７に格納する。その後、主制御装置１６は、基準となるスペックル情報と計測誤差の測定対象となるスペックル情報との差分に対応する形成誤差を計測することができる。

[0129] （１－４）変形例

続いて、図９から図１２を参照しながら、第１実施形態の露光装置１の各種変形例について説明する。尚、以下では、第１実施形態の露光装置１と各種変形例との間の相違点に着目して説明を進める。従って、第１実施形態の露光装置１と同一の構成要素については、同一の参照符号を付することでその詳細な説明を省略する。また、以下に説明する各種変形例の各種構成要素少なくとも一部は、互いに組み合わせることが可能である。

[0130] （１－４－１）第１変形例

初めに、図９を参照しながら、第１変形例の露光装置１－１について説明する。尚、第１変形例の露光装置１－１は、第１実施形態の露光装置１と比較して、各スペックル計測装置１５－１の構成の一部が上述したスペックル計測装置１５の構成の一部とは異なる。従って、以下では、第１変形例の露光装置１－１が備える各スペックル計測装置１５－１の構成に着目して説明を進める。図９は、第１変形例の露光装置１－１が備える各スペックル計測装置１５－１の構成の一例を示すブロック図である。

[0131] 図９に示すように、第１変形例のスペックル計測装置１５－１は、第１実施形態のスペックル計測装置１５と比較して、光学部材１５２及び集光レンズ１５３を備えていない一方で、複数の光源１５１を備えていると言う点で異なっている。図９に示す例では、スペックル計測装置１５－１は、４つの光源１５１（具体的には、光源１５１（１）、光源１５１（１）、光源１５１（１）及び光源１５１（４））を備えている。第１変形例のスペックル計測装置１５－１のその他の構成要素は、第１実施形態のスペックル計測装置１５のその他の構成要素と同一であってもよい。

[0132] 複数の光源１５１は、夫々、計測ターゲットに対する入射角度が互いに異なる複数の計測光ＬＢ２を出射する。例えば、光源１５１（１）は、計測ターゲットに対する入射角度が第１角度となる計測光ＬＢ２（１）を出射する。例えば、光源１５１（２）は、計測ターゲットに対する入射角度が第２角度となる計測光ＬＢ２（２）を出射する。例えば、光源１５１（３）は、計測ターゲットに対する入射角度が第３角度となる計測光ＬＢ２（３）を出射

する。例えば、光源１５１（４）は、計測ターゲットに対する入射角度が第４角度となる計測光ＬＢ２（４）を出射する。

[0133] 複数の光源１５１は、夫々、計測ターゲット上での照射位置が同一となる複数の計測光ＬＢ２を出射する。複数の光源１５１は、夫々、同一の計測対象領域に照射される複数の計測光ＬＢ２を出射する。複数の光源１５１は、夫々、計測対象領域が同一となる複数の計測光ＬＢ２を出射する。複数の光源１５１が夫々出射する複数の計測光ＬＢ２の特性は、計測ターゲットに対する入射角度を除いて同一である。

[0134] このような第１変形例の露光装置１－１においても、上述した第１実施形態の露光装置１において享受可能な各種効果が享受される。例えば、主制御装置１６は、パターン領域１１１ＰＡの２次元的な歪みを計測することができ、且つ、当該歪みの影響を殆ど又は全く受けることなく、ウェハ１４１上の各ショット領域とレチクル１１１上の露光用パターンとを高精度に重ね合わせることができる。

[0135] 尚、スペックル計測装置１５－１は、３つ以下又は５つ以上の光源１５１を備えていてもよい。複数の光源１５１が出射する複数の計測光ＬＢ２の少なくとも一部は、第１実施形態の光学部材１５２によって反射された後に計測ターゲットに照射されてもよい。少なくとも一つのスペックル計測装置１５－１は、計測光ＬＢ２を計測ターゲットに対して直接照射する一又は複数の第１光源１５１と、第１実施形態の光学部材１５２に対して基準光ＬＢ１を照射する一又は複数の第２光源１５１とを備えていてもよい。複数の光源１５１が夫々出射する複数の計測光ＬＢ２の特性の少なくとも一部は、同一でなくてもよい。

[0136] （１－４－２）第２変形例

続いて、図１０を参照しながら、第２変形例の露光装置１－２について説明する。尚、第２変形例の露光装置１－２は、第１実施形態の露光装置１と比較して、各スペックル計測装置１５－２の構成の一部が上述したスペックル計測装置１５の構成の一部とは異なる。従って、以下では、第２変形例の

露光装置１－１が備える各スペックル計測装置１５－２の構成に着目して説明を進める。図１０は、第２変形例の露光装置１－２が備える各スペックル計測装置１５－２の構成の一例を示すブロック図である。

[0137] 図１０に示すように、第２変形例のスペックル計測装置１５－２は、第１実施形態のスペックル計測装置１５と比較して、光学部材１５２及び集光レンズ１５３を備えていない一方で、光分岐部材１５７－２を備えていると言う点で異なっている。第２変形例のスペックル計測装置１５－２のその他の構成要素は、第１実施形態のスペックル計測装置１５のその他の構成要素と同一であってもよい。

[0138] 光分岐部材１５７－２は、光学部材１５２と同様に、計測ターゲットに対する入射角度が互いに異なる複数の計測光ＬＢ２を生成する部材である。光分岐部材１５７－２は、光学部材１５２と同様に、光分岐部材１５７－２からの出射角度が互いに異なる複数の計測光ＬＢ２を生成する部材である。光分岐部材１５７－２は、光学部材１５２と同様に、基準光ＬＢ１をスペックル化する部材である。光分岐部材１５７－２は、光学部材１５２と同様に、スペックル化された複数の計測光ＬＢ２を生成する部材である。

[0139] 光分岐部材１５７－２は、例えば、ハーフミラー１５７－２（１）と、ハーフミラー１５７－２（２）と、ハーフミラー１５７－２（３）と、ミラー１５７－２（４）とを備えている。

[0140] ハーフミラー１５７－２（１）は、光源１５１が出射する基準光ＬＢ１の一部を透過すると共に、光源１５１から出射する基準光ＬＢ１の他の一部を、計測光ＬＢ２（１）として計測ターゲットに向かって反射する。ハーフミラー１５７－２（２）は、ハーフミラー１５７－２（１）を透過してきた基準光ＬＢ１の一部を透過すると共に、ハーフミラー１５７－２（１）を透過してきた基準光ＬＢ１の他の一部を、計測光ＬＢ２（２）として計測ターゲットに向かって反射する。ハーフミラー１５７－２（３）は、ハーフミラー１５７－２（２）を透過してきた基準光ＬＢ１の一部を透過すると共に、ハーフミラー１５７－２（２）を透過してきた基準光ＬＢ１の他の一部を、計

測光ＬＢ２（２）として計測ターゲットに向かって反射する。ミラー１５７－２（４）は、ハーフミラー１５７－２（３）を透過してきた基準光ＬＢ１を、計測光ＬＢ２（４）として計測ターゲットに向かって反射する。この場合、光分岐部材１５７－２は、計測ターゲットに対する入射角度が第１角度となる計測光ＬＢ２（１）と、計測ターゲットに対する入射角度が第２角度となる計測光ＬＢ２（２）と、計測ターゲットに対する入射角度が第３角度となる計測光ＬＢ２（３）と、計測ターゲットに対する入射角度が第４角度となる計測光ＬＢ２（４）とを生成している。

[0141] 但し、光分岐部材１５７－２は、計測ターゲットに対する入射角度が互いに異なる任意の数の計測光ＬＢ２を生成してもよい。この場合、光分岐部材１５７－２は、更に多くのハーフミラー等を備えていてもよい。

[0142] 光分岐部材１５７－２は、計測ターゲット上での照射位置が同一となる複数の計測光ＬＢ２を生成する。光分岐部材１５７－２は、夫々、同一の計測対象領域に照射される複数の計測光ＬＢ２を生成する。光分岐部材１５７－２は、夫々、計測対象領域が同一となる複数の計測光ＬＢ２を生成する。光分岐部材１５７－２が生成する複数の計測光ＬＢ２の特性は、計測ターゲットに対する入射角度を除いて同一である。

[0143] このような第２変形例の露光装置１－２においても、上述した第１実施形態の露光装置１において享受可能な各種効果が享受される。例えば、主制御装置１６は、パターン領域１１１ＰＡの２次元的な歪みを計測することができ、且つ、当該歪みの影響を殆ど又は全く受けることなく、ウェハ１４１上の各ショット領域とレチクル１１１上の露光用パターンとを高精度に重ね合わせることができる。

[0144] 尚、光分岐部材１５７－２は、ハーフミラー及びミラーの少なくとも一方に加えて又は代えて、ハーフミラー及びミラーとは異なる光学素子を備えていてもよい。例えば、光分岐部材１５７－２は、ビームスプリッタを備えていてもよい。

[0145] （１－４－３）第３変形例

続いて、図１１を参照しながら、第３変形例の露光装置１－３について説明する。尚、第３変形例の露光装置１－３は、第１実施形態の露光装置１と比較して、各スペックル計測装置１５－３の構成の一部が上述したスペックル計測装置１５の構成の一部とは異なる。従って、以下では、第３変形例の露光装置１－３が備える各スペックル計測装置１５－３の構成に着目して説明を進める。図１１は、第３変形例の露光装置１－３が備える各スペックル計測装置１５－３の構成の一例を示すブロック図である。

[0146] 図１１に示すように、第３変形例のスペックル計測装置１５－３は、第１実施形態のスペックル計測装置１５と比較して、スペックル受光系１５－３ｂの配置位置が異なると言う点で異なっている。図１１に示す例では、筐体１５８－３ｂに収容されているスペックル受光系１５－３ｂは、レチクル１１１の上方（つまり、レチクル１１１よりも＋Ｚ側）に位置している。この場合、筐体１５８－３ｂは、露光装置３－３のフレームに固定されていてもよいし、レチクルステージ１１に固定されていてもよい。一方で、筐体１５８－３ａに収容されているスペックル照射系１５－３ａは、レチクル１１１の下方（つまり、レチクル１１１よりも－Ｚ側）に位置している。この場合、筐体１５８－３ａは、レチクルステージ定盤１１３に固定されていてもよい。第３変形例のスペックル計測装置１５－３のその他の構成要素は、第１実施形態のスペックル計測装置１５のその他の構成要素と同一であってもよい。

[0147] このような第３変形例の露光装置１－３においても、上述した第１実施形態の露光装置１において享受可能な各種効果が享受される。例えば、主制御装置１６は、パターン領域１１１ＰＡの２次元的な歪みを計測することができ、且つ、当該歪みの影響を殆ど又は全く受けることなく、ウェハ１４１上の各ショット領域とレチクル１１１上の露光用パターンとを高精度に重ね合わせることができる。

[0148] 尚、スペックル照射系１５－３ａは、レチクル１１１の上方に位置していてもよい。スペックル受光系１５－３ｂは、レチクル１１１の下方に位置し

ていてもよい。

[0149] 少なくとも一つのスペックル計測装置１５－３は、複数のスペックル受光系１５－３ｂを備えていてもよい。この場合、複数のスペックル受光系１５－３ｂの一部がレチクル１１１の上方（つまり、レチクル１１１よりも＋Ｚ側）に位置し、複数のスペックル受光系１５－３ｂの他の一部がレチクル１１１の下方（つまり、レチクル１１１よりも－Ｚ側）に位置していてもよい。

[0150] （１－４－４）第４変形例

続いて、図１２を参照しながら、第４変形例の露光装置１－４について説明する。尚、第４変形例の露光装置１－４は、第１実施形態の露光装置１と比較して、各スペックル計測装置１５－４の構成の一部が上述したスペックル計測装置１５の構成の一部とは異なる。従って、以下では、第４変形例の露光装置１－４が備える各スペックル計測装置１５－４の構成に着目して説明を進める。図１２は、第４変形例の露光装置１－４が備える各スペックル計測装置１５－４の構成の一例を示すブロック図である。

[0151] 図１２に示すように、第４変形例のスペックル計測装置１５－４は、第１実施形態のスペックル計測装置１５と比較して、光学部材１５２、集光レンズ１５３、投影レンズ１５４、ピンホール板１５５及び受光素子１５６がレチクルステージ１１のスライダ１１４ＳＬ上に配置されているという点で異なっている。図１２に示す例では、筐体１５８に収容されている光学部材１５２、集光レンズ１５３、投影レンズ１５４、ピンホール板１５５及び受光素子１５６は、スライダ１１４ＳＬとレチクル１１１との間に位置するように、スライダ１１４ＳＬ上に配置されている。更に、筐体１５８には、スライダ定盤１１３内に配置されている光源１５１から出射される基準光ＬＢ１を光学部材１５２に導くための導光部材（例えば、ミラー）１５９が更に収容されている。尚、レチクル１１１は、スライダ１１４ＳＬの上面に形成された吸着部１１４ｂを介してスライダ１１４ＳＬ（つまり、レチクルステージ１１）に真空吸着されている。第４変形例のスペックル計測装置１５－４

のその他の構成要素は、第１実施形態のスペックル計測装置１５のその他の構成要素と同一であってもよい。

[0152] このような第４変形例の露光装置１－４においても、上述した第１実施形態の露光装置１において享受可能な各種効果が享受される。例えば、主制御装置１６は、パターン領域１１１ＰＡの２次元的な歪みを計測することができ、且つ、当該歪みの影響を殆ど又は全く受けることなく、ウェハ１４１上の各ショット領域とレチクル１１１上の露光用パターンとを高精度に重ね合わせることができる。

[0153] 加えて、第４変形例では、光源１５１が、光源１５１以外の構成要素（つまり、光学部材１５２、集光レンズ１５３、投影レンズ１５４、ピンホール板１５５及び受光素子１５６）と分離される。このため、光源１５１が発する熱の影響が光源以外の構成要素に及ぶことが殆ど又は全くない。従って、高出力な光源１５１を採用することができる。その結果、主制御装置１６は、パターン領域１１１ＰＡの２次元的な歪みをより高精度に計測することができる。

[0154] 尚、光学部材１５２、集光レンズ１５３、投影レンズ１５４、ピンホール板１５５及び受光素子１５６の一部がスライダ１１４ＳＬ上に配置される一方で、集光レンズ１５３、投影レンズ１５４、ピンホール板１５５及び受光素子１５６の他の一部がスライダ１１４ＳＬ上に配置されていなくてもよい。

[0155] また、第４変形例では、筐体１５８がスライダ１１４ＳＬ上に固定された上でレチクル１１１に形成されたパターンの一部からスペックル情報が取得されている。しかしながら、特にこの態様に限定されることはない。例えば、レチクル１１１毎に検出信号（例えば、スペックルを含むレチクル１１１のパターンからの情報）のピーク数やコントラスト高さが計測され、この計測結果に基づいてレチクル１１１の計測位置を最適化するためにレチクルステージ１１の位置が調整されてもよい。あるいは、筐体１５８を可動式にしてレチクル１１１毎に最適な位置へ筐体１５８を移動してもよい。

[0156] （２）第２実施形態の露光装置２

続いて、図１３及び図１４を参照しながら、第２実施形態の露光装置２について説明する。尚、第２実施形態の露光装置２は、第１実施形態の露光装置１と比較して、各スペックル計測装置１５が移動可能であると言う点で異なる。従って、以下では、第２実施形態の露光装置２が備える各スペックル計測装置１５を移動させるための構成要件に着目して説明を進める。図１３は、第２実施形態の露光装置２が備えるレチクルステージ１１の周辺の構成を示す上面図である。図１４は、スペックル計測装置１５の移動態様の一例を示す上面図である。尚、第１実施形態の露光装置１と同一の構成要素については、同一の参照符号を付することでその詳細な説明を省略する。

[0157] 図１３に示すように、第２実施形態の露光装置２は、各スペックル計測装置１５が移動可能であるという点で異なっている。第２実施形態の露光装置２のその他の構成要素は、第１実施形態の露光装置１のその他の構成要素と同一であってもよい。

[0158] 各スペックル計測装置１５は、レチクルステージ１１の移動方向に交わる方向に沿って移動可能である。各スペックル計測装置１５は、Ｙ軸方向に交わる方向に沿って移動可能である。各スペックル計測装置１５は、Ｘ軸方向に沿って移動可能である。各スペックル計測装置１５は、ＸＹ平面に沿って移動可能である。各スペックル装置１５は、センチメートル又はミリメートルのオーダーで移動可能である。

[0159] 各スペックル計測装置１５が移動する結果、各スペックル計測装置１５の計測対象領域もまた、各スペックル計測装置１５の移動方向に沿って移動する。つまり、計測対象領域は、レチクルステージ１１の移動方向に交わる方向に沿って移動可能である。計測対象領域は、Ｙ軸方向に交わる方向に沿って移動可能である。計測対象領域は、Ｘ軸方向に沿って移動可能である。計測対象領域は、ＸＹ平面に沿って移動可能である。

[0160] 各スペックル計測装置１５を移動させるために、露光装置２は、複数のスペックル計測装置１５を夫々移動させる複数の駆動機構２５を更に備える。

例えば、図１３に示す例では、露光装置２は、スペックル計測装置１５Ｒ２を移動させる駆動機構２５Ｒ２と、スペックル計測装置１５Ｒ１を移動させる駆動機構２５Ｒ１と、スペックル計測装置１５Ｃを移動させる駆動機構２５Ｃと、スペックル計測装置１５Ｌ１を移動させる駆動機構２５Ｌ１と、スペックル計測装置１５Ｌ２を移動させる駆動機構２５Ｌ２とを更に備える。尚、５つの駆動機構２５は、移動対象が異なると言う点を除いて同一である。

[0161] 各駆動機構２５は、例えば任意のモータ（例えば、平面モータやリニアモータ等）を含む。この場合、各スペックル計測装置１５は、モータの駆動力を動力源として移動する。但し、各駆動機構２５は、任意のモータに加えて又は代えて、各スペックル計測装置１５が移動する際の動力を生成又は供給することが可能な任意の動力源を含んでいてもよい。

[0162] 例えば、各駆動機構２５は、互いに対向するように配置された一対の電極を含んでいてもよい。この場合、一対の電極に電圧が印加されると、当該一対の電極に静電力が生ずる。その結果、各スペックル計測装置１５が移動する際の動力として、静電力が採用される。

[0163] 例えば、各駆動機構２５は、磁極と、当該磁極が生成する磁界内に配置されるコイルとを含んでいてもよい。この場合、コイルに電流が供給されると、当該コイルに電磁力が生ずる。その結果、各スペックル計測装置１５が移動する際の動力として、例えば電磁力が採用される。

[0164] 例えば、各駆動機構２５は、圧電素子を含んでいてもよい。この場合、圧電素子に電流が供給されると、当該圧電素子は歪む。その結果、各スペックル計測装置１５が移動する際の動力として、例えば圧電素子の歪みに起因した力が採用される。

[0165] 主制御装置１６は、上述した態様で各スペックル計測装置１５が移動するように、各駆動機構２５を制御する。主制御装置１６は、パターン領域１１１ＰＡに形成されている露光用パターンに応じて、各駆動機構２５を制御する。主制御装置１６は、パターン領域１１１ＰＡに形成されている露光用パ

ターンの状態に応じて、各駆動機構２５を制御する。

[0166] 例えば、主制御装置１６は、パターン領域１１１ＰＡのうち実際にウェハ１４１に転写される露光用パターンが形成されている一部の領域部分のパターン領域１１１ＰＡ内での相対的な位置に基づいて、各駆動機構２５を制御する。具体的には、主制御装置１６は、実際にウェハ１４１に転写される露光用パターンにできるだけ多くの計測対象領域が重なるように、各駆動機構２５を制御する。主制御装置１６は、パターン領域１１１ＰＡのうち実際にウェハ１４１に転写される露光用パターンが形成されている一部の領域部分にできるだけ多くの計測対象領域が重なるように、各駆動機構２５を制御する。例えば、図１４（ａ）に示すように、パターン領域１１１ＰＡに形成されている露光用パターンの全てが実際にウェハ１４１に転写される場合には、主制御装置１６は、５つのスペックル計測装置１５がＸ軸方向に沿って等間隔に並ぶように、各駆動機構２５を制御してもよい。つまり、主制御装置１６は、５つのスペックル計測装置１５がパターン領域１１１ＰＡに対して概ね均等に配列するように、各駆動機構２５を制御してもよい。一方で、例えば、図１４（ｂ）に示すように、パターン領域１１１ＰＡのうちの一部の領域部分１１１ＰＡ－１に形成されている露光用パターンが実際にウェハ１４１に転写される場合には、主制御装置１６は、５つのスペックル計測装置１５の５つの計測対象領域が一部のパターン領域１１１ＰＡ－１と重なるように、各駆動機構２５を制御してもよい。

[0167] スペックル計測装置１５が移動すると、計測光ＬＢ２が照射される計測対象領域もまた移動することになる。従って、スペックル計測装置１５が移動する都度、主制御装置１６は、新たに第１スペックル計測動作を行う。

[0168] 主制御装置１６は、各駆動機構２５の制御量に基づいて、各スペックル計測装置１５の位置（例えば、Ｘ軸方向に沿った位置）を示す位置情報を取得してもよい。主制御装置１６が取得した位置情報は、メモリ１７に格納される。各駆動機構２５が制御されることで各スペックル計測装置１５が移動すると、位置情報もまた更新される。

[0169] 但し、露光装置２は、各スペックル計測装置１５の位置（例えば、各スペックル装置１５が移動する方向であるＸ軸方向に沿った位置）を検出可能な位置センサを備えていてもよい。この場合、レチクルフィデュシャル板１１５のマーク領域１１５ＭＡには、Ｘ軸方向の位置に応じて固有な特性（例えば、形状やパターン）を有する複数の位置マークがＸ軸方向に沿って形成されている。その結果、位置センサは、各スペックル計測装置１５の位置を、レチクルフィデュシャル板１１５に形成されている位置マークに基づいて、検出することができる。

[0170] このような第２実施形態の露光装置２においても、上述した第１実施形態の露光装置１において享受可能な各種効果が享受される。例えば、主制御装置１６は、パターン領域１１１ＰＡの２次元的な歪みを計測することができ、且つ、当該歪みの影響を殆ど又は全く受けることなく、ウェハ１４１上の各ショット領域とレチクル１１１上の露光用パターンとを高精度に重ね合わせることができる。

[0171] 更に、第２実施形態では、主制御装置１６は、パターン領域１１１ＰＡのうち実際にウェハ１４１に転写される露光用パターンが形成されている領域部分１１１ＰＡ－１のパターン領域１１１ＰＡ内での相対的な位置に基づいて、各駆動機構２５を制御することができる。その結果、主制御装置１６は、実際にウェハ１４１に転写される露光用パターンが形成されている領域部分１１１ＰＡ－１の二次元的な歪みを相対的に高精度に計測することができる。従って、主制御装置１６は、ウェハ１４１上の各ショット領域とレチクル１１１上の露光用パターン（特に、実際にウェハ１４１に転写される露光用パターン）とを高精度に重ね合わせることができる。主制御装置１６は、パターン領域１１１ＰＡのうち実際にウェハ１４１に転写される露光用パターンが形成されている領域部分１１１ＰＡ－１に熱変形が生じている場合であっても、ウェハ１４１上の各ショット領域とレチクル１１１上の露光用パターンとを高精度に重ね合わせることができる。

[0172] 尚、スペックル計測装置１５は、移動可能であることに加えて又は代えて

、計測光ＬＢ２の照射位置（つまり、計測対象領域）を移動可能であってもよい。例えば、スペックル計測装置１５は、スペックル計測装置１５を構成する各種構成要素（つまり、光源１５１、光学部材１５２、集光レンズ１５３、投影レンズ１５４、ピンホール板１５５及び受光素子１５６）のうちの少なくとも一部の配置位置若しくは配置角度又はこれら各種構成要素の少なくとも一部の状態を動的に変更することで、計測対象領域を移動してもよい。この場合であっても、スペックル計測装置１５が移動可能である場合に享受可能な各種効果が好適に享受される。

[0173] 第２実施形態の露光装置２では、少なくとも一つのスペックル計測装置１５は、複数の計測光ＬＢ２を計測対象領域に対して照射しなくてもよい。少なくとも一つのスペックル計測装置１５は、光学部材１５２及び集光レンズ１５３を備えていなくてもよい。この場合、少なくとも一つのスペックル計測装置１５は、光源１５１が出射する基準光ＬＢ１を、計測光ＬＢ２として計測対象領域に対して照射してもよい。

[0174] 主制御装置１６は、露光用パターンの粗密に基づいて、各駆動機構２５を制御してもよい。具体的には、主制御装置１６は、パターン領域１１１ＰＡのうち露光用パターンの密度が相対的に高い領域部分に重なる計測対象領域の数が相対的に多くなるように、各駆動機構２５を制御してもよい。主制御装置１６は、パターン領域１１１ＰＡのうち露光用パターンの密度が相対的に低い領域部分に重なる計測対象領域の数が相対的に少なくなるように、各駆動機構２５を制御してもよい。主制御装置１６は、パターン領域１１１ＰＡのうち露光用パターンの密度が相対的に高い領域部分に重なる計測対象領域の数が、パターン領域１１１ＰＡのうち露光用パターンの密度が相対的に低い領域部分に重なる計測対象領域の数よりも多くなるように、各駆動機構２５を制御してもよい。その結果、主制御装置１６は、パターン領域１１１ＰＡのうち露光用パターンの密度が相対的に高いがゆえに熱変形に起因した露光用パターンの転写に対する影響が相対的に大きくなる領域部分の二次元的な歪みを相対的に高精度に計測することができる。従って、主制御装置１

６は、ウェハ１４１上の各ショット領域とレチクル１１１上の露光用パターン（特に、密度が相対的に高い露光用パターン）とを高精度に重ね合わせることができる。主制御装置１６は、パターン領域１１１ＰＡのうち密度が相対的に高い露光用パターンが形成されている領域部分に熱変形が生じている場合であっても、ウェハ１４１上の各ショット領域とレチクル１１１上の露光用パターンとを高精度に重ね合わせることができる。

[0175] 主制御装置１６は、露光用パターンがパターン領域１１１ＰＡの熱変形に対して与える影響の大きさに基づいて、各駆動機構２５を制御してもよい。具体的には、主制御装置１６は、パターン領域１１１ＰＡのうち熱変形を相対的に引き起こしやすい露光用パターンが形成されている領域部分に重なる計測対象領域の数が相対的に多くなるように、各駆動機構２５を制御してもよい。主制御装置１６は、パターン領域１１１ＰＡのうち熱変形を相対的に引き起こしにくい露光用パターンが形成されている領域部分に重なる計測対象領域の数が相対的に少なくなるように、各駆動機構２５を制御してもよい。主制御装置１６は、パターン領域１１１ＰＡのうち熱変形を相対的に引き起こしやすい露光用パターンが形成されている領域部分に重なる計測対象領域の数が、パターン領域１１１ＰＡのうち熱変形を相対的に引き起こしにくい露光用パターンが形成されている領域部分に重なる計測対象領域の数よりも多くなるように、各駆動機構２５を制御してもよい。その結果、主制御装置１６は、パターン領域１１１ＰＡのうち相対的に熱変形が発生しやすい領域部分の二次元的な歪みを相対的に高精度に計測することができる。従って、主制御装置１６は、ウェハ１４１上の各ショット領域とレチクル１１１上の露光用パターン（特に、熱変形を相対的に引き起こしやすい露光用パターン）とを高精度に重ね合わせることができる。主制御装置１６は、パターン領域１１１ＰＡのうち熱変形を相対的に引き起こしやすい露光用パターンが形成されている領域部分に熱変形が生じている場合であっても、ウェハ１４１上の各ショット領域とレチクル１１１上の露光用パターンとを高精度に重ね合わせることができる。

[0176] 第２実施形態の露光装置２においても、上述した第１実施形態の露光装置１が採用し得る各種態様の少なくとも一部が適宜採用されてもよい。例えば、第２実施形態の露光装置２においても、上述した第１変形例から第４変形例で採用されている各種態様の少なくとも一部が適宜採用されてもよい。

[0177] 尚、図１から図１４を用いて説明した露光装置１及び２の構成及び動作は一例である。従って、露光装置１及び２の構成及び動作の少なくとも一部が適宜改変されてもよい。以下、露光装置１及び２の構成及び動作の少なくとも一部の改変の例について説明する。

[0178] 露光装置１は、レチクル１１１とウェハ１４１とを移動させることでレチクル１１１に形成された露光用パターンを走査露光するステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置（いわゆる、スキャニングステッパ）であってもよい。露光装置１は、レチクル１１１とウェハ１４１とを静止させた状態でレチクル１１１に形成された露光用パターンを一括露光すると共に、当該一括露光が終了する毎にウェハ１４１をステップ移動させるステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置（いわゆる、ステッパ）であってもよい。ステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置は、第１のレチクル１１１とウェハ１４１とをほぼ静止させた状態で第１のレチクル１１１に形成された第１の露光用パターンの縮小像をウェハ１４１に露光した後に、第２のレチクル１１１とウェハ１４１とをほぼ静止させた状態で第２のレチクル１１１に形成された第２の露光用パターンの縮小像を、第１の露光用パターンの縮小像に重ねてウェハ１４１に露光する露光装置（いわゆる、スティッチ方式の露光装置）であってもよい。スティッチ方式の露光装置は、ウェハ１４１上で２つ以上の露光用パターンを部分的に重ねて露光すると共に、ウェハ１４１を順次移動させるステップ・アンド・スティッチ方式の露光装置であってもよい。

[0179] 露光装置１は、投影光学系１３を介して２つのレチクル１１１の露光用パターンをウェハ１４１上で合成すると共に、１回の走査露光によってウェハ１４１上のショット領域をほぼ同時に二重露光する露光装置であってもよい

。このような露光装置の一例は、例えば、米国特許第６，６１１，３１６号に開示されている。露光装置１は、投影光学系１３を備えていないプロキシミティ方式の露光装置であってもよい。露光装置１は、ミラープロジェクションアライナー等であってもよい。

[0180] 上述の説明では、露光装置１は、液体を介することなくウェハ１４１の露光を行うドライタイプの露光装置である。しかしながら、露光装置１は、露光装置１は、露光光ＥＬの光路を含む液浸空間を投影光学系１３とウェハ１４１との間に形成すると共に、投影光学系１３及び液浸空間を介してウェハ１４１の露光を行う液浸露光装置であってもよい。尚、液浸露光装置の一例は、例えば、欧州特許出願公開第１，４２０，２９８号明細書、国際公開第２００４／０５５８０３号及び米国特許第６，９５２，２５３号明細書等に開示されている。

[0181] 露光装置１は、複数のウェハステージ１４を備えるツインステージ型又はマルチステージ型の露光装置であってもよい。露光装置１は、複数のウェハステージ１４及び計測ステージを備えるツインステージ型又はマルチステージ型の露光装置であってもよい。ツインステージ型の露光装置の一例は、例えば、米国特許第６，３４１，００７号、米国特許第６，２０８，４０７号及び米国特許第６，２６２，７９６号に開示されている。

[0182] 投影光学系１３は、等倍系又は拡大系であってもよい。投影光学系１３は、屈折光学素子を含まない一方で反射光学素子を含む反射系であってもよい。投影光学系１３は、屈折光学素子及び反射光学素子の双方を含む屈折反射系であってもよい。投影光学系１３が投影する像は、倒立像であってもよいし、正立像であってもよい。照明領域ＩＲ及び投影領域ＰＲの形状は、スリット状に限らず、任意の形状（例えば、円弧や、台形や、矩形等）であってもよい。

[0183] 露光光ＥＬは、例えば、水銀ランプから射出される輝線（例えば、ｇ線、ｈ線若しくはｉ線等）であってもよい。露光光ＥＬは、ＫｒＦエキシマレーザ光（波長２４８ｎｍ）等の遠紫外光（ＤＵＶ光：Ｄｅｅｐ　Ｕｌｔｒａ

Ｖｉｏｌｅｔ光）であってもよい。露光光ＥＬは、F_2レーザ光（波長１５７ｎｍ）等の真空紫外光（ＶＵＶ光：Ｖａｃｕｕｍ　Ｕｌｔｒａ　Ｖｉｏｌｅｔ光）であってもよい。露光光ＥＬは、例えば、米国特許第７，０２３，６１０号明細書に開示されているように、ＤＦＢ半導体レーザ又はファイバーレーザから発振される赤外域又は可視域の単一波長レーザ光を、例えばエルビウム（或いは、エルビウムとイットリウムの双方）がドープされたファイバアンプで増幅すると共に非線形光学結晶を用いて紫外光に波長変換することで得られる高調波であってもよい。

[0184] 露光光ＥＬとして、波長が１００ｎｍ以上の光に限らず、波長が１００ｎｍ未満の光が用いられてもよい。例えば、露光光ＥＬは、軟Ｘ線領域（例えば、５から１５ｎｍの波長域）のＥＵＶ（Ｅｘｔｒｅｍｅ　Ｕｌｔｒａ　Ｖｉｏｌｅｔ）光であってもよい。露光光ＥＬに代えて、電子線又はイオンビーム等の荷電粒子線が、露光用パターンを露光するために用いられてもよい。

[0185] 露光用パターンが露光される（つまり、転写される）物体は、ウェハ１４１に限らず、ガラス板や、セラミック基板や、フィルム部材や、マスクブランクス等の任意の物体であってもよい。

[0186] レチクルステージ１１のＸＹ平面内での位置は、レチクルレーザ干渉計１１６に加えて又は代えて、エンコーダによって計測されてもよい。ウェハステージ１４のＸＹ平面内での位置は、ウェハレーザ干渉計１４６に加えて又は代えて、エンコーダによって計測されてもよい。

[0187] 露光装置１は、ウェハ１４１に半導体素子パターンを露光する半導体素子製造用の露光装置であってもよい。露光装置Ｘ１は、液晶表示素子製造用の又はディスプレイ製造用の露光装置であってもよい。露光装置１は、薄膜磁気ヘッド、撮像素子（例えば、ＣＣＤ）、マイクロマシン、ＭＥＭＳ、ＤＮＡチップ及びレチクル１１１のうちの少なくとも一つを製造するための露光装置であってもよい。

[0188] レチクル１１１は、光透過性の透明板の上に所定の遮光パターン（或いは

、移動パターン又は減光パターン）を形成した透過型レチクルであってもよい。レチクル１１１は、露光用パターンの電子データに基づいて透過パターン、反射パターン又は発光パターンを形成する可変成形マスク（いわゆる、電子マスク、アクティブマスク又はイメージジェネレータ）であってもよい。可変成形マスクの一例は、米国特許第６，７７８，２５７号に開示されている。レチクル１１１は、非発光型画像表示素子を備える可変成形マスクに代えて、自発光型画像表示素子を備えるパターン形成装置であってもよい。

[0189] 露光装置１は、干渉縞をウェハ１４１に形成することでウェハ１４１にライン・アンド・スペースパターンを露光する露光装置（いわゆる、リソグラフィシステム）であってもよい。このような露光装置の一例は、例えば、国際公開第２００１／０３５１６８号パンフレットに開示されている。

[0190] 上述の露光装置１は、上述の各種構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気的精度及び光学的精度を保つように組み合わせることで製造されてもよい。機械的精度を保つために、組み合わせの前後において、機械的精度を達成するための調整処理が各種機械系に行われてもよい。電気的精度を保つために、組み合わせの前後において、電気的精度を達成するための調整処理が各種電気系に行われてもよい。光学的精度を保つために、組み立ての前後において、光学的精度を達成するための調整処理が各種光学系に行われてもよい。各種サブシステムを組み合わせる工程は、各種サブシステムの間の機械的接続を行う工程を含んでいてもよい。各種サブシステムを組み合わせる工程は、各種サブシステムの間の電気回路の配線接続を行う工程を含んでいてもよい。各種サブシステムを組み合わせる工程は、各種サブシステムの間の気圧回路の配管接続を行う工程を含んでいてもよい。尚、各種サブシステムを組み合わせる工程の前に、各種サブシステムの夫々を組み立てる工程が行われる。各種サブシステムを組み合わせる工程が終了した後には、総合調整が行われることで露光装置１の全体としての各種精度が確保される。尚、露光装置１の製造は、温度及びクリーン度等が管理されたクリーンルームで行われてもよい。

[0191] 半導体デバイス等のマイクロデバイスは、図１５に示す各ステップを経て製造されてもよい。マイクロデバイスを製造するためのステップは、マイクロデバイスの機能及び性能設計を行うステップＳ２０１、機能及び性能設計に基づいたレチクル１１１を製造するステップＳ２０２、デバイスの基材であるウェハ１４１を製造するステップＳ２０３、上述の実施形態に従って、レチクル１１１の露光用パターンからの露光光ＥＬでウェハ１４１を露光し且つ露光されたウェハ１４１を現像するステップＳ２０４、デバイス組み立て処理（ダイシング処理、ボンディング処理、パッケージ処理等の加工処理）を含むステップＳ２０５及び検査ステップＳ２０６を含んでいてもよい。

[0192] 上述の各実施形態の構成要件の少なくとも一部は、上述の各実施形態の構成要件の少なくとも他の一部と適宜組み合わせることができる。上述の各実施形態の構成要件のうちの一部が用いられなくてもよい。また、法令で許容される限りにおいて、上述の各実施形態で引用した露光装置等に関する全ての公開公報及び米国特許の開示を援用して本文の記載の一部とする。

[0193] 本発明は、上述した実施例に限られるものではなく、特許請求の範囲及び明細書全体から読み取れる発明の要旨或いは思想に反しない範囲で適宜変更可能であり、そのような変更を伴う露光装置及び露光方法並びにデバイス製造方法もまた本発明の技術的範囲に含まれるものである。

符号の説明

[0194] １　露光装置

１１　レチクルステージ

１１１　レチクル

１１１ＰＡ　パターン領域

１１１ＲＡ　レチクルアライメントマーク

１１２　レチクルステージ駆動系

１１３　レチクルステージ定盤

１１３ａ　開口

１１４　凹部

１１４ａ　開口

１１４ＳＬ　スライダ

１１５　レチクルフィデュシャル板

１１５ＦＡ　アライメントマーク

１１５ＭＡ　マーク領域

１１６　レチクルレーザ干渉計

１１６ａ　移動鏡

１１９　レチクルアライメント検出系

１２　照明系

１３　投影光学系

１４　ウェハステージ

１４１　ウェハ

１４２　ウェハステージ駆動系

１４４　基準板

１４６　ウェハレーザ干渉計

１４６ａ　移動鏡

１５　スペックル計測装置

１５１　光源

１５２　光学部材

１５３　集光レンズ

１５４　投影レンズ

１５５　ピンホール板

１５６　受光素子

１６　主制御装置

１７　メモリ

２５　駆動機構

請求の範囲

[請求項1] エネルギビームをマスクに照射して前記マスクのパターン面に形成されたマスクパターンを物体に転写する露光装置であって、

前記マスクの所定面に対して、前記所定面に対する入射角度が互いに異なる複数の計測光を照射する光照射部と、

前記所定面で反射又は散乱された前記複数の計測光の少なくとも一部を検出するセンサ部と

を備える露光装置。

[請求項2] 前記光照射部は、基準光を照射する光源と、前記基準光から前記複数の計測光を生成可能な光学部材とを含む

請求項１に記載の露光装置。

[請求項3] 前記光学部材は、前記基準光を異なる複数の方向に向かって散乱又は反射させることで前記複数の計測光を生成可能な第１部材を含む

請求項２に記載の露光装置。

[請求項4] 前記第１部材は、前記基準光が照射され且つ前記基準光を異なる複数の方向に向かって散乱又は反射させることで前記複数の計測光を生成可能な照射面を含む

請求項３に記載の露光装置。

[請求項5] 前記照射面には、ランダムな又は不規則な第１凹凸パターンが形成されている

請求項４に記載の露光装置。

[請求項6] 前記第１凹凸パターンは、前記照射面に交わる方向に沿って周囲よりも突き出た第１凸部状パターン及び周囲よりも窪んだ第１凹部状パターンの少なくとも一方を含む

請求項５に記載の露光装置。

[請求項7] 前記第１凸部状パターン及び前記第１凹部状パターンの少なくとも一方の前記照射面に交わる方向に沿った大きさは、前記基準光の波長よりも大きい

請求項６に記載の露光装置。

[請求項8] 前記第１凹凸パターンは、前記マスクパターンとは異なる第２凹凸パターンを含む

請求項５から７のいずれか一項に記載の露光装置。

[請求項9] 前記照射面の前記基準光に対する反射率が所定値以上である

請求項４から８のいずれか一項に記載の露光装置。

[請求項10] 前記光学部材は、前記基準光を前記複数の計測光に分岐可能な第２部材を含む

請求項２から９のいずれか一項に記載の露光装置。

[請求項11] 前記マスクを保持する移動可能なステージ部を更に備え、

前記光学部材は、前記ステージ部に固定されている

請求項２から１０のいずれか一項に記載の露光装置。

[請求項12] 前記光照射部は、前記複数の計測光を夫々照射する複数の光源を含む

請求項１から１１のいずれか一項に記載の露光装置。

[請求項13] 前記光照射部は、前記マスクの相対向する２つの表面のうちの一方側の表面に向かって前記複数の照射光を照射し、

前記センサ部は、前記マスクの相対向する２つの表面のうちの他方側の表面から伝搬してくる前記複数の計測光の少なくとも一部を検出する

請求項１から１２のいずれか一項に記載の露光装置。

[請求項14] 前記光照射部は、前記マスクの相対向する２つの表面のうちの一方側の表面に向かって前記複数の照射光を照射し、

前記センサ部は、前記マスクの相対向する２つの表面のうちの前記一方側の表面から伝搬してくる前記複数の計測光の少なくとも一部を検出する

請求項１から１３のいずれか一項に記載の露光装置。

[請求項15] 前記光照射部を含む照射光学系の光軸と、前記センサ部を含むセン

サ光学系の光軸とが異なる

請求項１から１４のいずれか一項に記載の露光装置。

[請求項16] 前記マスクを保持する移動可能なステージ部を更に備え、

前記センサ部は、前記ステージ部に固定されている

請求項１から１５のいずれか一項に記載の露光装置。

[請求項17] 前記センサ部は、前記複数の計測光の少なくとも一部を検出することで、前記複数の計測光の少なくとも一部が前記所定面に照射されることで生ずるスペックルに関する情報を取得する

請求項１から１６のいずれか一項に記載の露光装置。

[請求項18] 前記所定面には、第１方向に沿って規則的に配列された第３凹凸パターンが形成されており、

前記光照射部は、前記第３凹凸パターンに対して、前記所定面に対する入射角度が異なる複数の計測光を照射する

請求項１から１７のいずれか一項に記載の露光装置。

[請求項19] 前記光照射部及び前記センサ部の少なくとも一方を移動させる移動部を更に備える

請求項１から１８のいずれか一項に記載の露光装置。

[請求項20] エネルギビームをマスクに照射して前記マスクのパターン面に形成されたマスクパターンを物体に転写する露光装置であって、

前記マスクの所定面に対して計測光を照射する光照射部と、

前記所定面で反射又は散乱された前記計測光の少なくとも一部を検出するセンサ部と、

前記光照射部及び前記センサ部の少なくとも一方を移動させる移動部と

を備える露光装置。

[請求項21] 前記マスクを保持する移動可能なステージ部を更に備え、

前記移動部は、前記光照射部及び前記センサ部の少なくとも一方を、前記パターン面に平行であって且つ前記ステージ部の移動方向に交

わる方向に沿って移動させる

請求項１９又は２０に記載の露光装置。

[請求項22] 前記マスクを保持する移動可能なステージ部を更に備え、

前記移動部は、前記光照射部が前記計測光を照射する前記所定面が、前記パターン面に平行であって且つ前記ステージ部の移動方向に交わる方向に沿って移動するように、前記光照射部を移動させる

請求項１９から２１のいずれか一項に記載の露光装置。

[請求項23] 前記マスクを保持する移動可能なステージ部を更に備え、

前記移動部は、前記センサ部が検出する前記計測光が反射又は散乱される前記所定面が、前記パターン面に平行であって且つ前記ステージ部の移動方向に交わる方向に沿って移動するように、前記センサ部を移動させる

請求項１９から２２のいずれか一項に記載の露光装置。

[請求項24] 前記移動部は、前記パターン面のうち前記露光に実際に用いられる一部のパターンが形成されている一部のパターン面の前記パターン面内での位置に基づいて、前記光照射部及び前記センサ部の少なくとも一方を移動させる

請求項１９から２２のいずれか一項に記載の露光装置。

[請求項25] 前記移動部は、前記所定面が前記一部のパターン面に含まれるように、前記光照射部及び前記センサ部の少なくとも一方を移動させる

請求項２４に記載の露光装置。

[請求項26] 夫々が互いに異なる前記所定面で反射又は散乱された計測光を検出する複数の前記センサ部を備え、

前記移動部は、前記複数のセンサ部の夫々を移動させる

請求項１９から２５のいずれか一項に記載の露光装置。

[請求項27] 前記光照射部は、前記マスクパターンが前記物体に転写されている第１のタイミングとは異なる第２のタイミングに、前記所定面に対して前記計測光を照射し、

前記センサ部は、前記第１のタイミングとは異なる第３のタイミングに、前記計測光の少なくとも一部を検出する

請求項１から２５のいずれか一項に記載の露光装置。

[請求項28] エネルギビームをマスクに照射して前記マスクのパターン面に形成されたマスクパターンを物体に転写する露光装置であって、

前記マスクパターンが前記物体に転写されている第１のタイミングとは異なる第２のタイミングに、前記マスクの所定面に対して計測光を照射する光照射部と、

前記第１のタイミングとは異なる第３のタイミングに、前記所定面で反射又は散乱された前記計測光の少なくとも一部を検出するセンサ部と

を備える露光装置。

[請求項29] 前記物体を保持する移動可能な物体ステージ部を更に備え、

前記第２のタイミング及び前記第３のタイミングの少なくとも一方は、前記物体ステージ部が保持する前記物体が交換されるタイミングの少なくとも一部を含む

請求項２７又は２８に記載の露光装置。

[請求項30] 前記第２のタイミング及び前記第３のタイミングの少なくとも一方は、当該露光装置の動作パラメータ又は状態パラメータを計測するタイミングの少なくとも一部を含む

請求項２７から２９のいずれか一項に記載の露光装置。

[請求項31] 前記第２のタイミング及び前記第３のタイミングの少なくとも一方は、前記エネルギビームの光路外に前記所定面が位置するタイミングの少なくとも一部を含む

請求項２７から３０のいずれか一項に記載の露光装置。

[請求項32] 前記マスクに形成されているマスクアライメントマークを用いて前記マスクの位置を計測する第１計測部を更に備え、

前記第２のタイミング及び前記第３のタイミングの少なくとも一方

は、前記マスクアライメントマークを用いて前記第１計測部が前記マスクの位置を計測するタイミングの少なくとも一部を含む

請求項２７から３１のいずれか一項に記載の露光装置。

[請求項33] 前記第２のタイミングの少なくとも一部と前記第３のタイミングの少なくとも一部が重複している

請求項２７から３２のいずれか一項に記載の露光装置。

[請求項34] 前記マスクを保持する移動可能なマスクステージ部と、

前記センサ部が検出した前記計測光の少なくとも一部であって且つ前記所定面で反射又は散乱された前記計測光の少なくとも一部に基づいて、前記パターン面における所定領域の変動量を算出する算出部とを更に備え、

前記マスクステージ部には、基準パターンが形成された基準部材が設けられ、

前記光照射部は、前記第１のタイミングとは異なる第４のタイミングに、前記基準部材に対して前記計測光を照射し、

前記センサ部は、前記第１のタイミングとは異なる第５のタイミングに、前記基準部材で反射又は散乱された前記計測光の少なくとも一部を検出し、

前記算出部は、前記センサ部が検出した前記計測光の少なくとも一部であって且つ前記基準部材で反射又は散乱された前記計測光の少なくとも一部に基づいて、前記センサ部のドリフトに起因する前記変動量の計測誤差を算出する

請求項２７から３３のいずれか一項に記載の露光装置。

[請求項35] 前記物体を保持する移動可能な物体ステージ部を更に備え、

前記第４のタイミング及び前記第５のタイミングの少なくとも一方は、前記物体ステージ部が保持する前記物体が交換されるタイミングの少なくとも一部を含む

請求項３４に記載の露光装置。

[請求項36] 前記第４のタイミング及び前記第５のタイミングの少なくとも一方は、当該露光装置の動作パラメータ又は状態パラメータを計測するタイミングの少なくとも一部を含む

請求項３４又は３５に記載の露光装置。

[請求項37] 前記第４のタイミング及び前記第５のタイミングの少なくとも一方は、前記エネルギビームの光路外に前記所定面が位置するタイミングの少なくとも一部を含む

請求項３４から３６のいずれか一項に記載の露光装置。

[請求項38] 前記マスクに形成されているマスクアライメントマークを用いて前記マスクの位置を計測する計測部を更に備え、

前記第４のタイミング及び前記第５のタイミングの少なくとも一方は、前記マスクアライメントマークを用いて前記計測部が前記マスクの位置を計測するタイミングの少なくとも一部を含む

請求項３４から３７のいずれか一項に記載の露光装置。

[請求項39] エネルギビームをマスクに照射して前記マスクのパターン面に形成されたマスクパターンを物体に転写する露光方法であって、

前記マスクの所定面に対して、前記所定面に対する入射角度が互いに異なる複数の計測光を照射し、

前記所定面で反射又は散乱された前記複数の計測光の少なくとも一部を検出する

露光方法。

[請求項40] エネルギビームをマスクに照射して前記マスクのパターン面に形成されたマスクパターンを物体に転写する露光方法であって、

光照射部を用いて、前記マスクの所定面に対して計測光を照射し、

センサ部を用いて、前記所定面で反射又は散乱された前記計測光の少なくとも一部を検出し、

前記光照射部及び前記センサ部の少なくとも一方を移動させる

露光方法。

[請求項41] エネルギビームをマスクに照射して前記マスクのパターン面に形成されたマスクパターンを物体に転写する露光方法であって、

前記マスクパターンが前記物体に転写されている第１のタイミングとは異なる第２のタイミングに、前記マスクの所定面に対して計測光を照射し、

前記第１のタイミングとは異なる第３のタイミングに、前記所定面で反射又は散乱された前記計測光の少なくとも一部を検出する

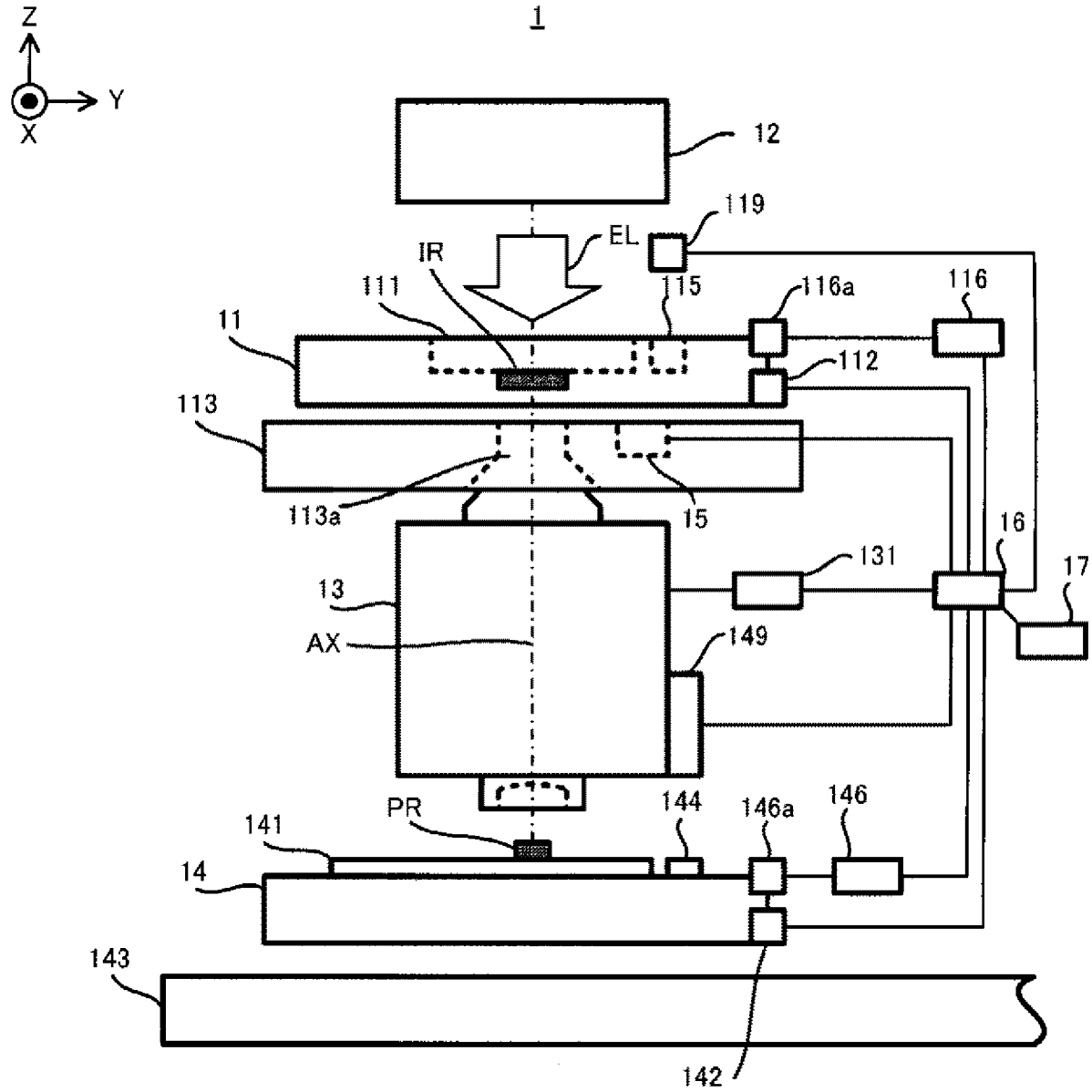
露光方法。

[請求項42] 請求項３９から４１のいずれか一項に記載の露光方法により感応基板に前記マスクパターンを転写し、

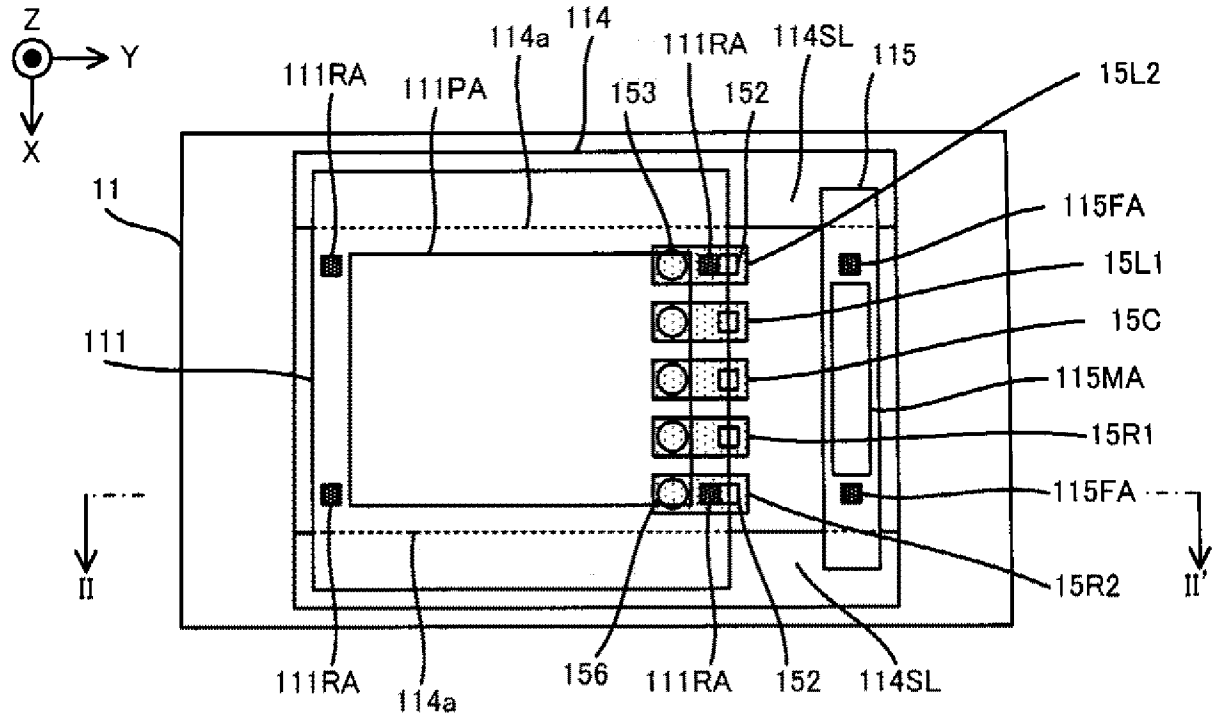
前記マスクパターンが転写された前記感応基板を現像する

デバイス製造方法。

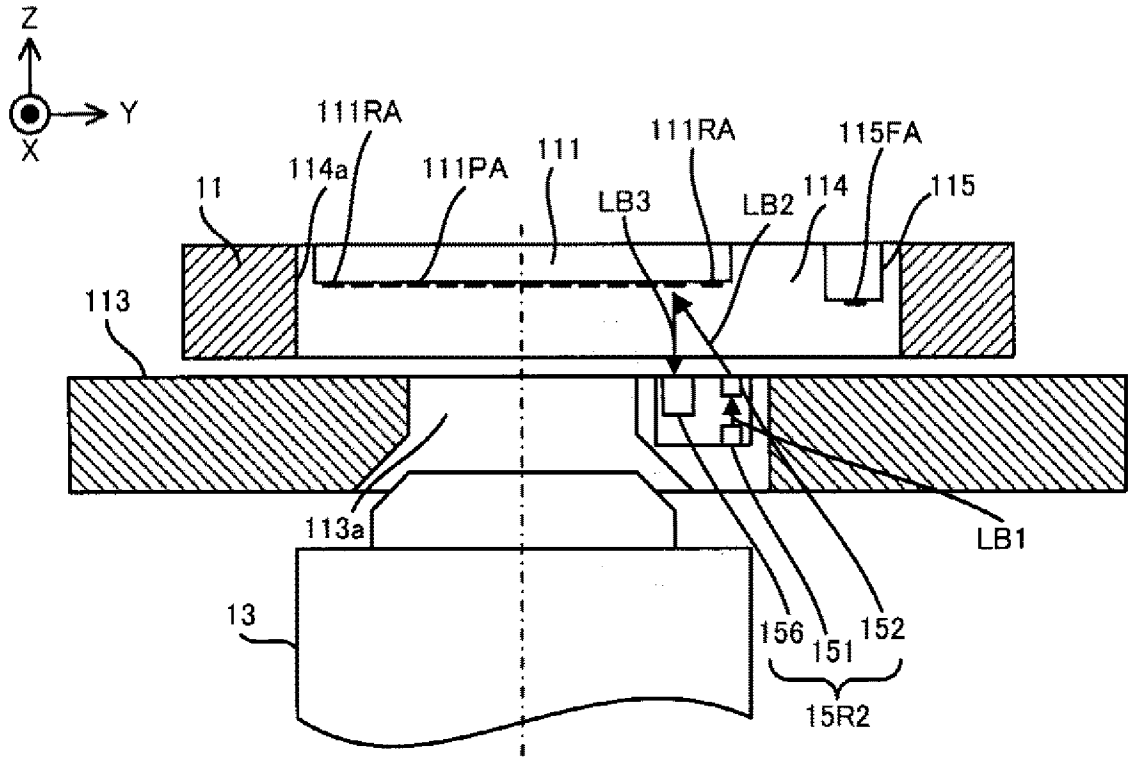
[図1]


Z
Y
X
1
12
119
EL
IR
111
115
116a
116
11
112
113
113a
15
16
131
17
13
AX
149
PR
144
146a
146
141
14
143
142

[図2]

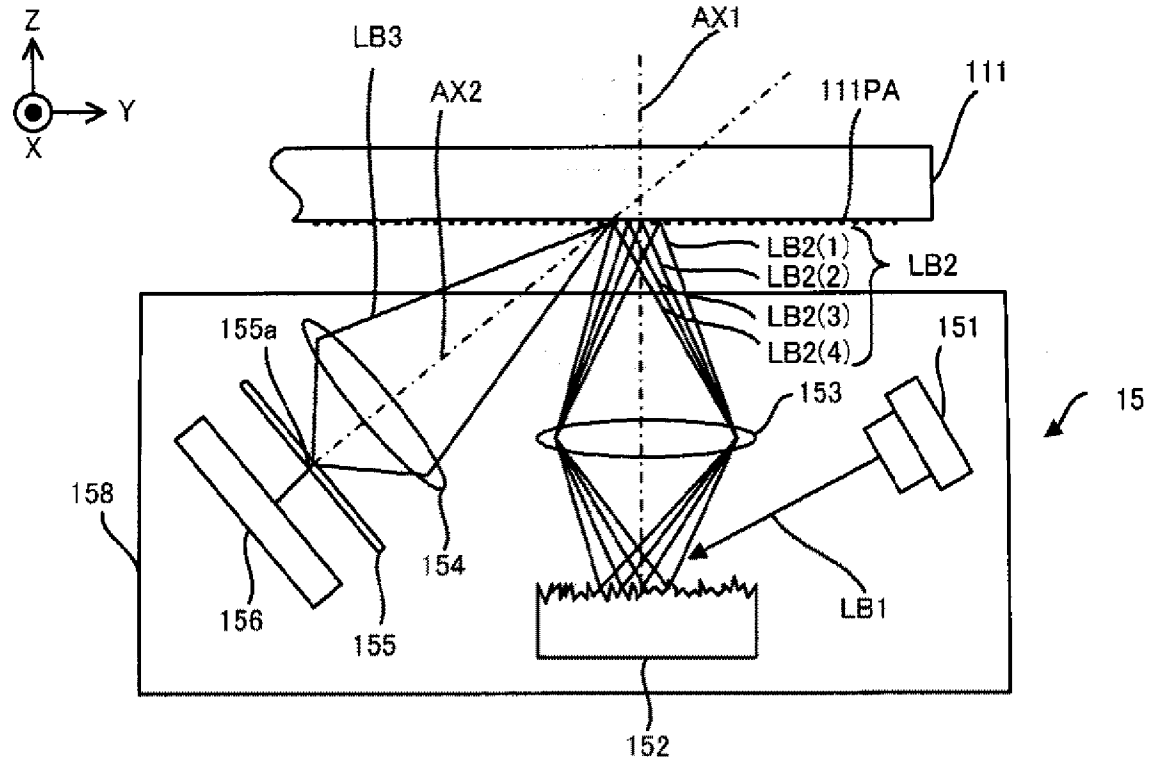

Z
Y
X
11
111
111RA
111PA
114a
114
153
111RA
152
114SL
115
15L2
115FA
15L1
15C
115MA
15R1
115FA
15R2
II
II'
111RA
114a
156
111RA
152
114SL

(a)

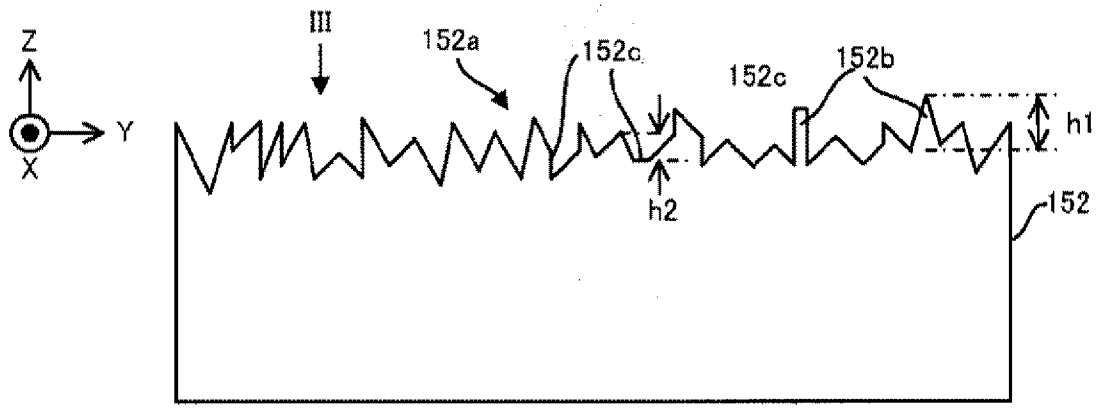

Z
Y
X
111RA
114a
111PA
111
111RA
115FA
11
LB3
LB2
114
115
113
113a
LB1
13
156
151
152
15R2

(b)

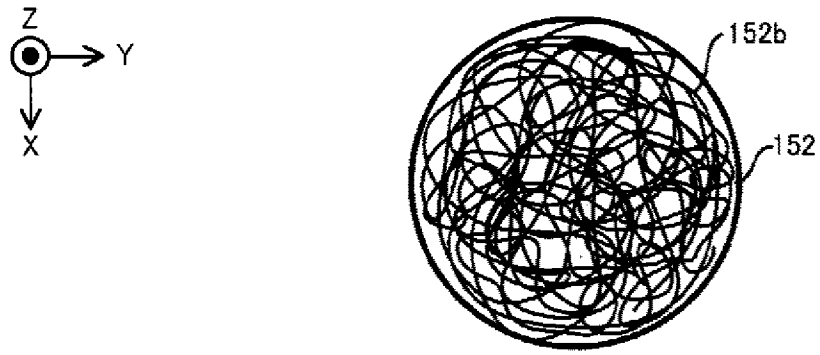
[図3]


Z
Y
X
LB3
AX2
AX1
111PA
111
LB2(1)
LB2(2)
LB2(3)
LB2(4)
LB2
155a
151
153
15
158
154
156
155
LB1
152

(a)

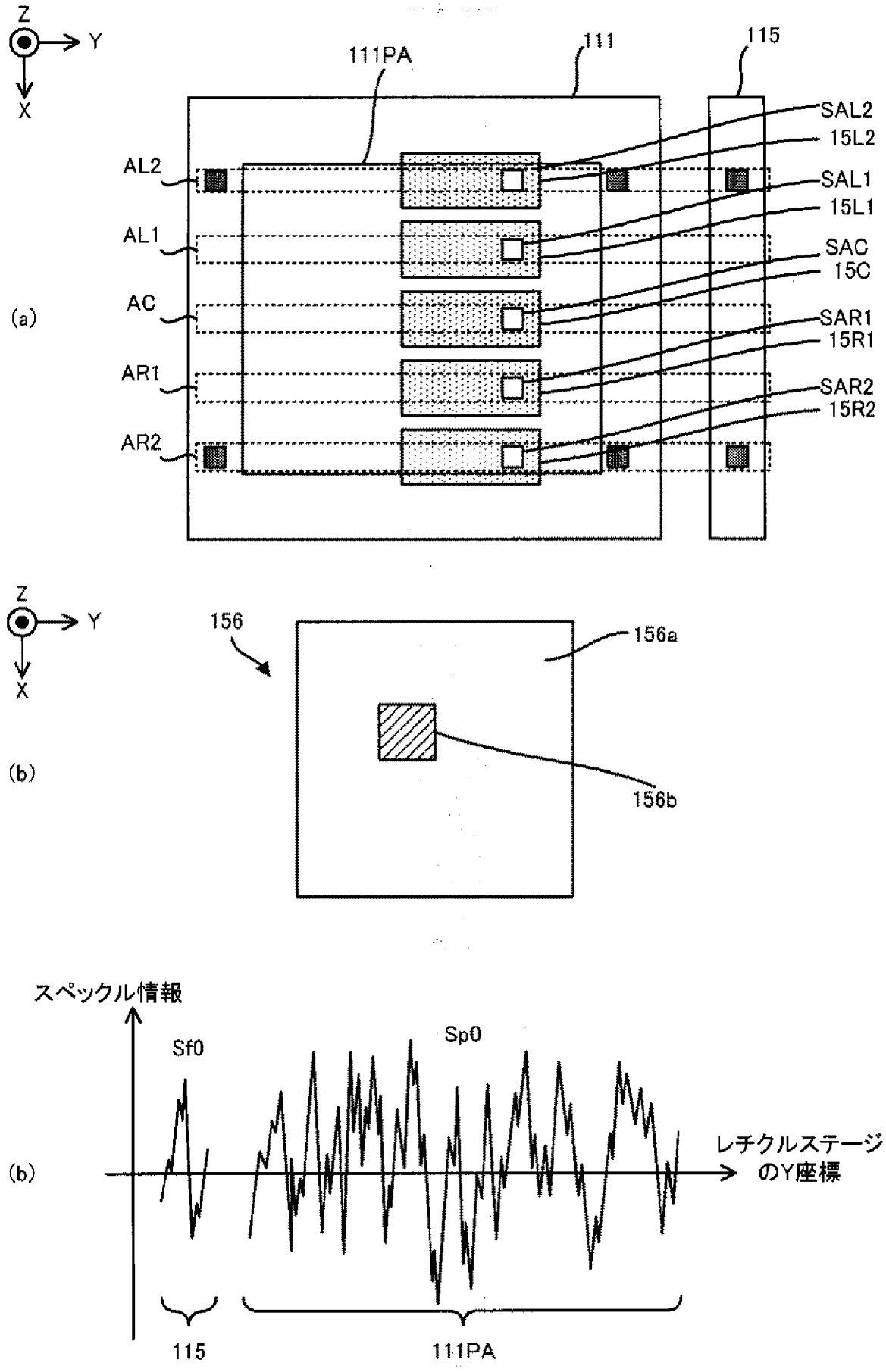

Z
Y
X
III
152a
152c
152c
152b
h1
h2
152

(b)

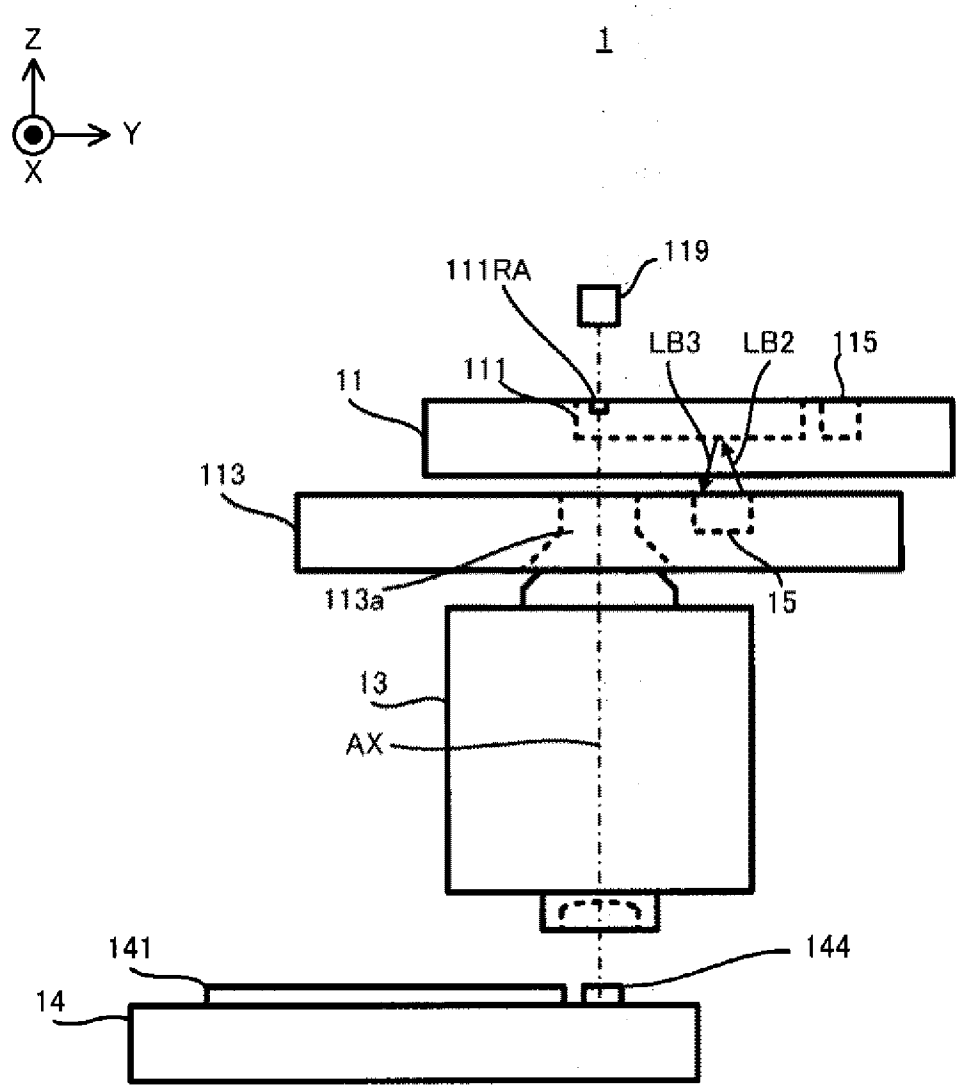

Z
Y
X
152b
152

(c)

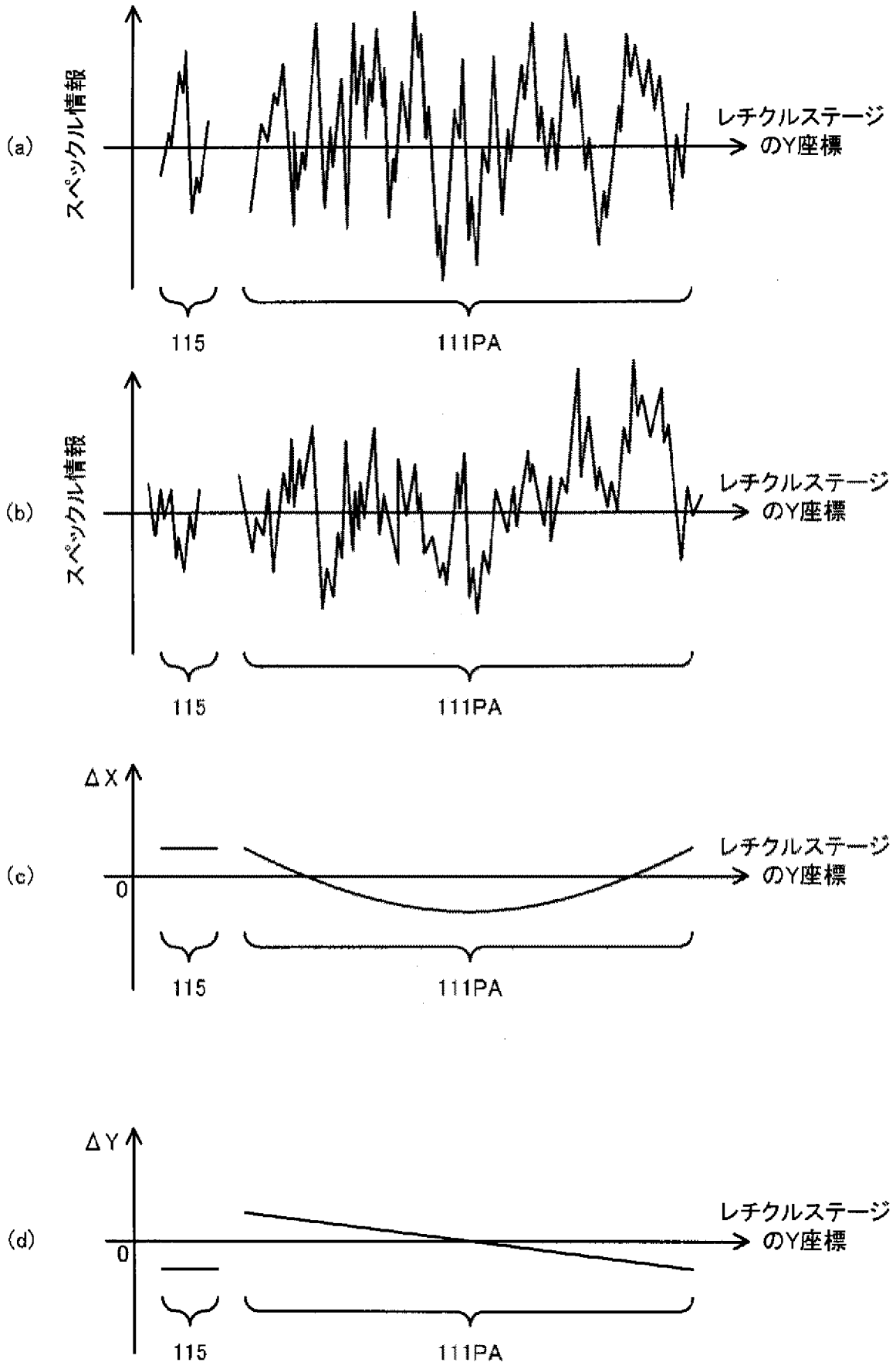
[図4]


Z
Y
X
111PA
111
115
AL2
AL1
AC
AR1
AR2
SAL2
15L2
SAL1
15L1
SAC
15C
SAR1
15R1
SAR2
15R2
(a)
156
156a
156b
(b)
スペックル情報
Sf0
Sp0
レチクルステージ
のY座標
115
111PA
(b)

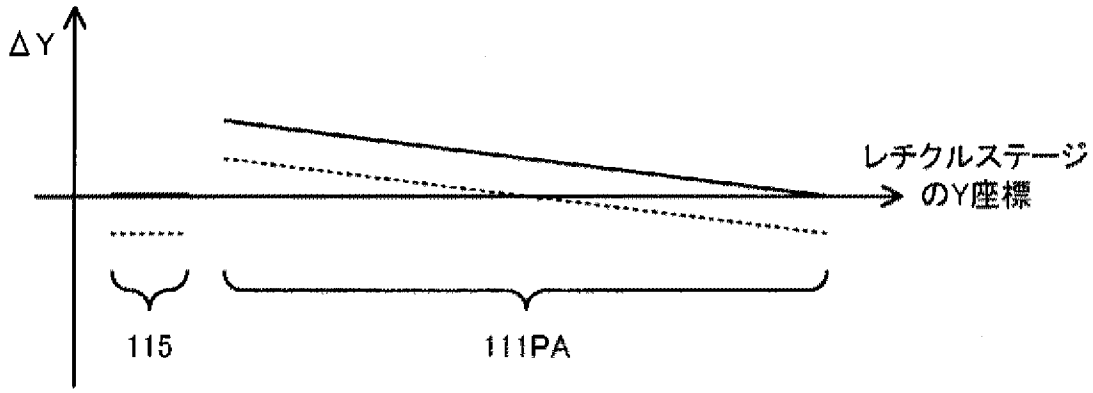
[図5]



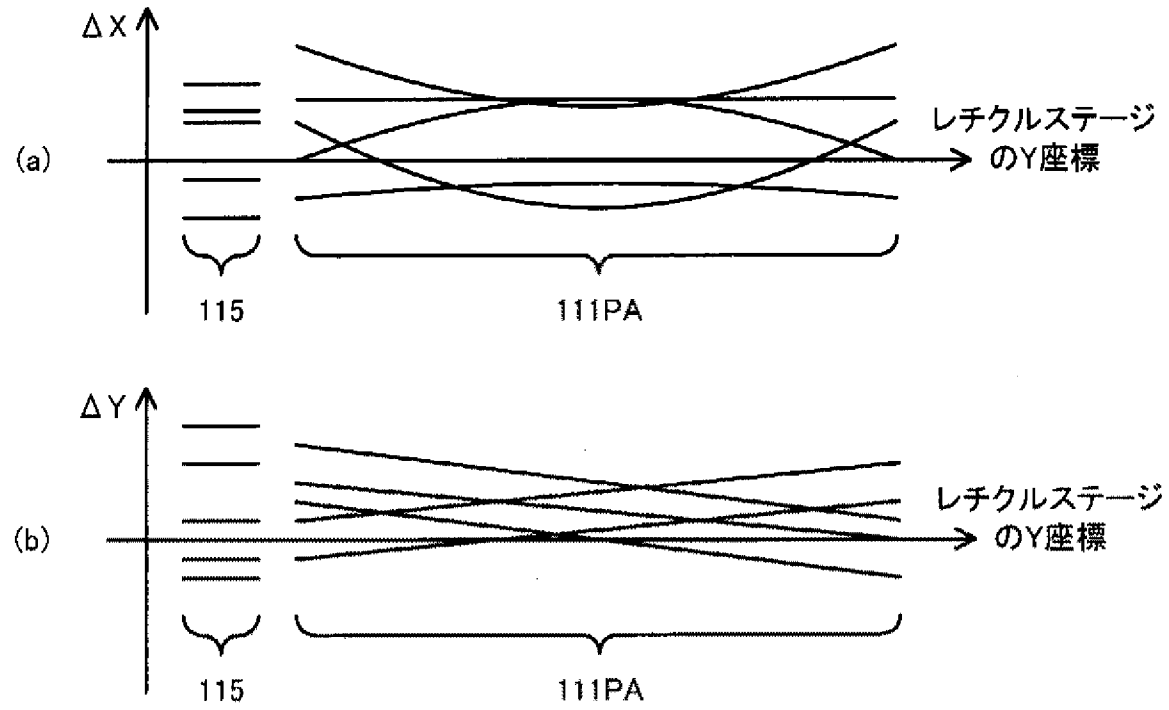
[図6]

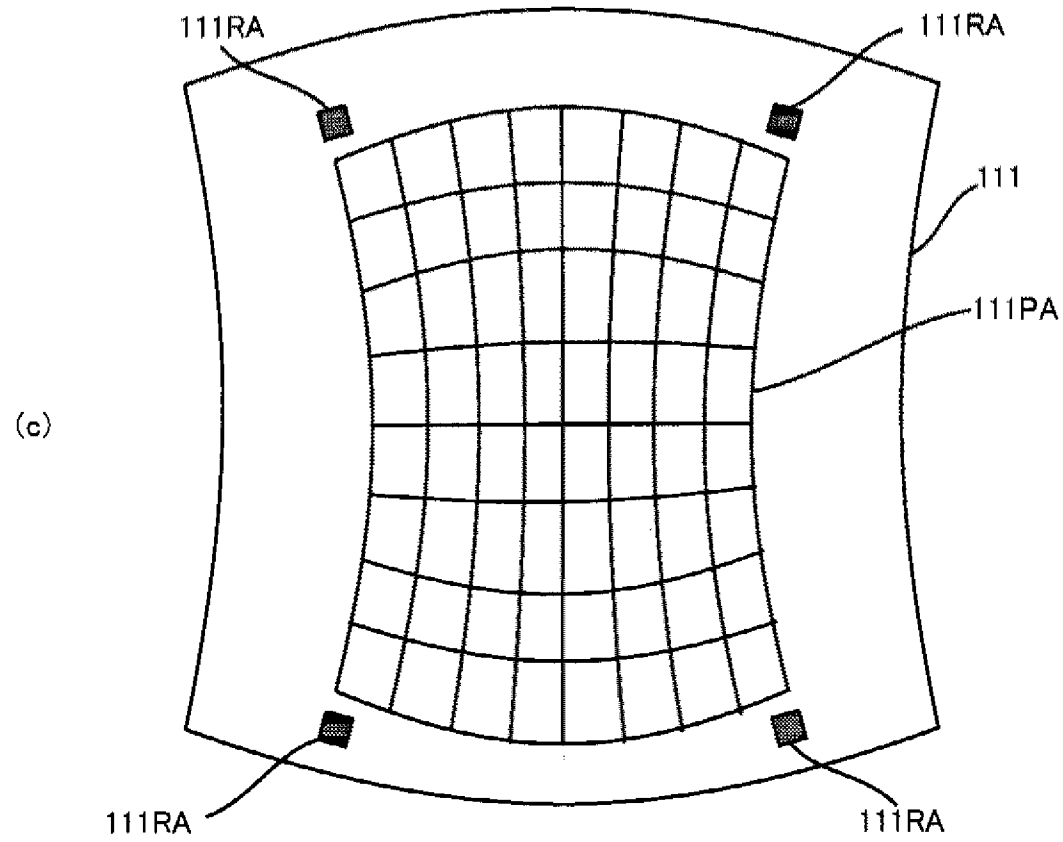

(a)
スペックル情報
レチクルステージ
のY座標
115
111PA
(b)
スペックル情報
レチクルステージ
のY座標
115
111PA
(c)
ΔX
0
レチクルステージ
のY座標
115
111PA
(d)
ΔY
0
レチクルステージ
のY座標
115
111PA

[図7]

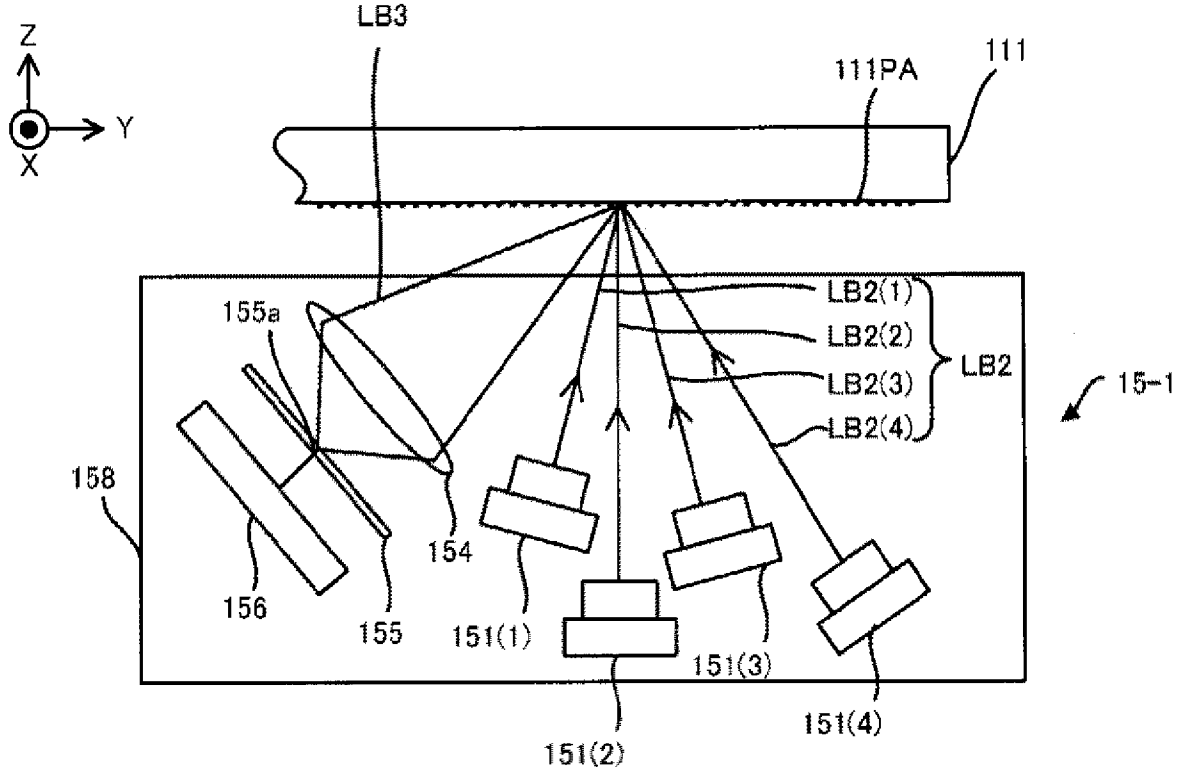


[図8]

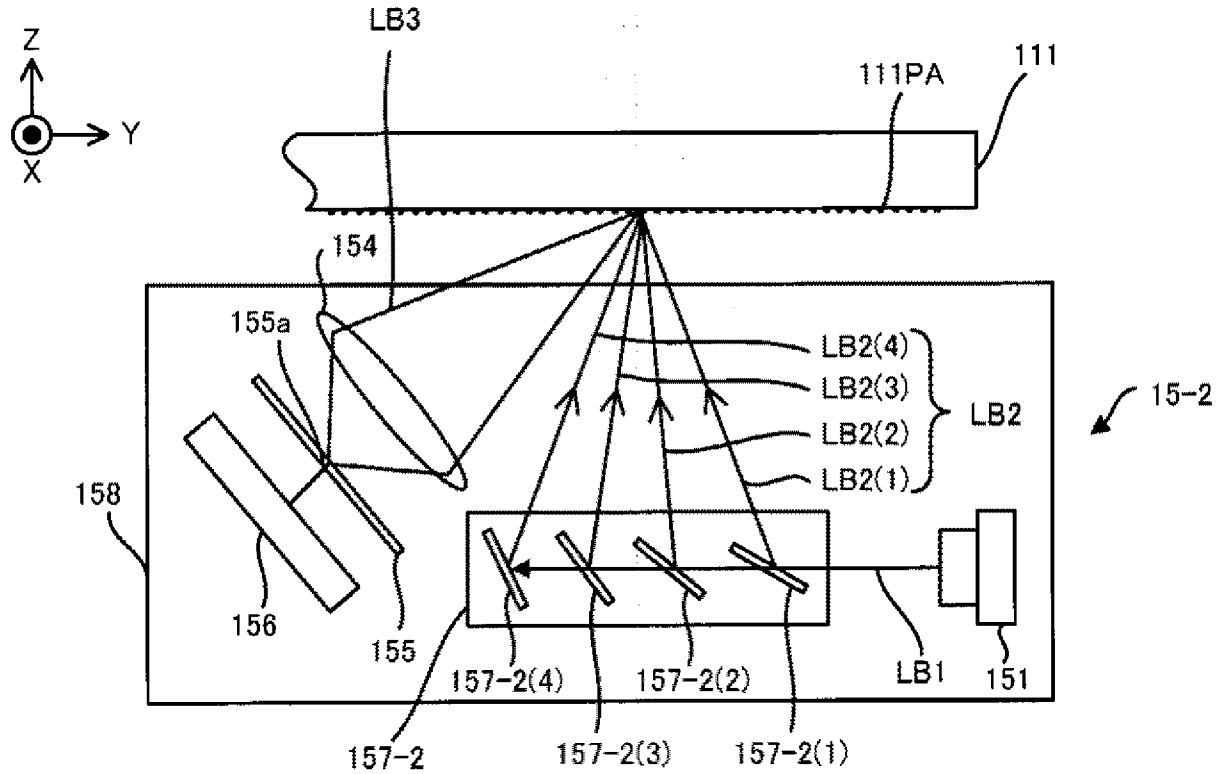

ΔX
(a)
レチクルステージ
のY座標
115
111PA
ΔY
(b)
レチクルステージ
のY座標
115
111PA


(c)
111RA
111RA
111
111PA
111RA
111RA

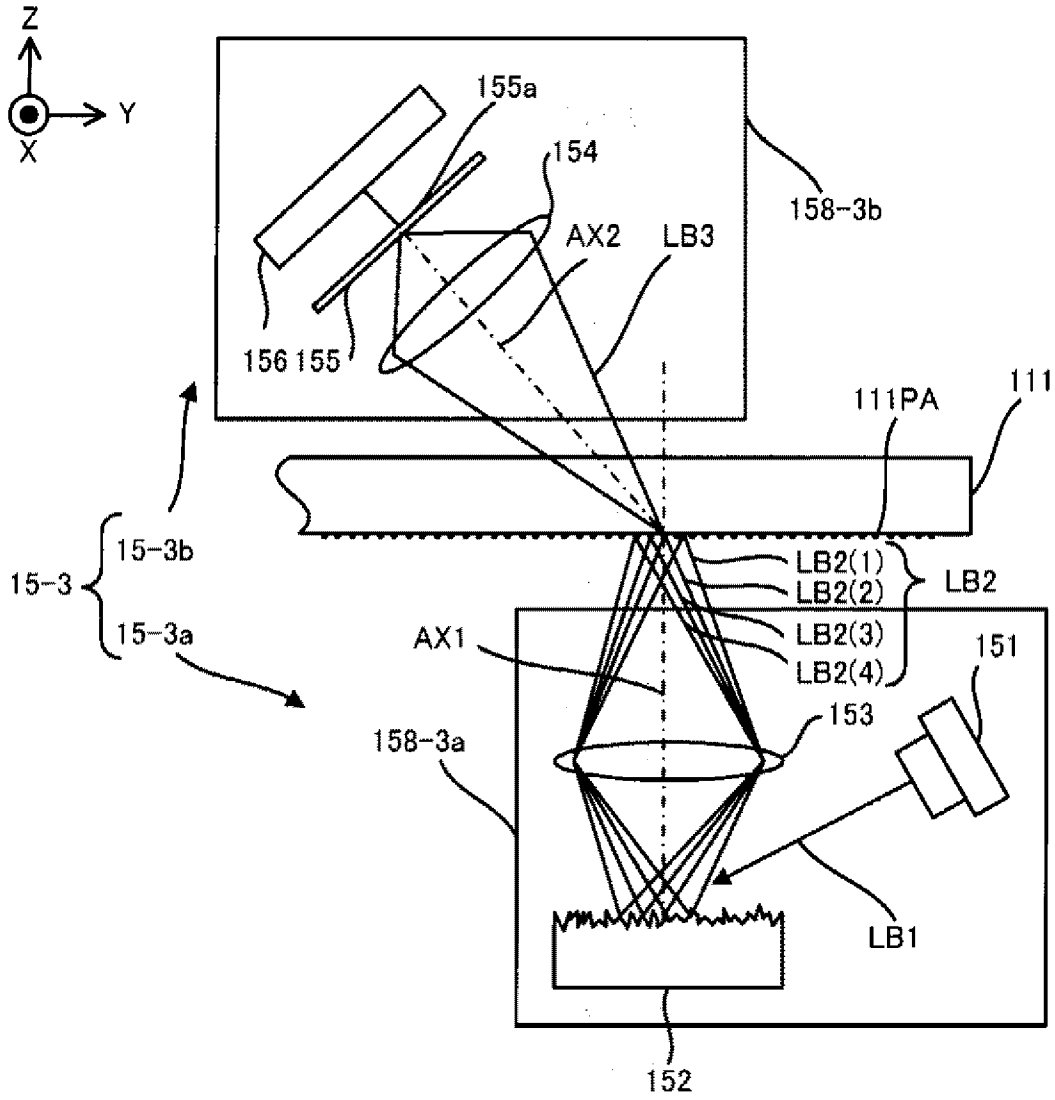
[図9]


Z
Y
X
LB3
111PA
111
155a
LB2(1)
LB2(2)
LB2(3)
LB2(4)
LB2
15-1
158
154
156
155
151(1)
151(3)
151(4)
151(2)

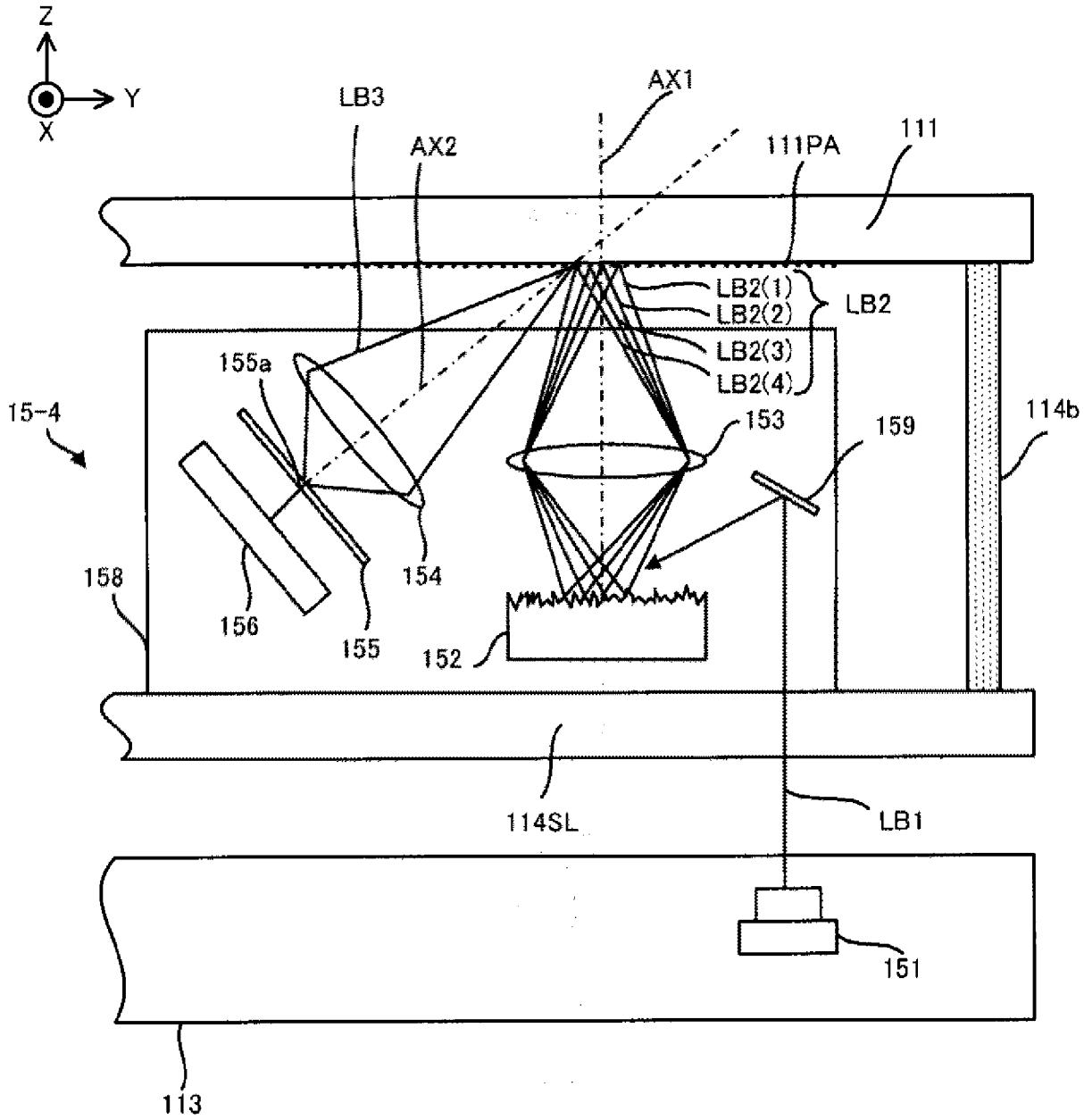
[図10]


Z
Y
X
LB3
111PA
111
154
155a
LB2(4)
LB2(3)
LB2(2)
LB2(1)
LB2
15-2
158
156
155
157-2(4)
157-2(2)
LB1
151
157-2
157-2(3)
157-2(1)

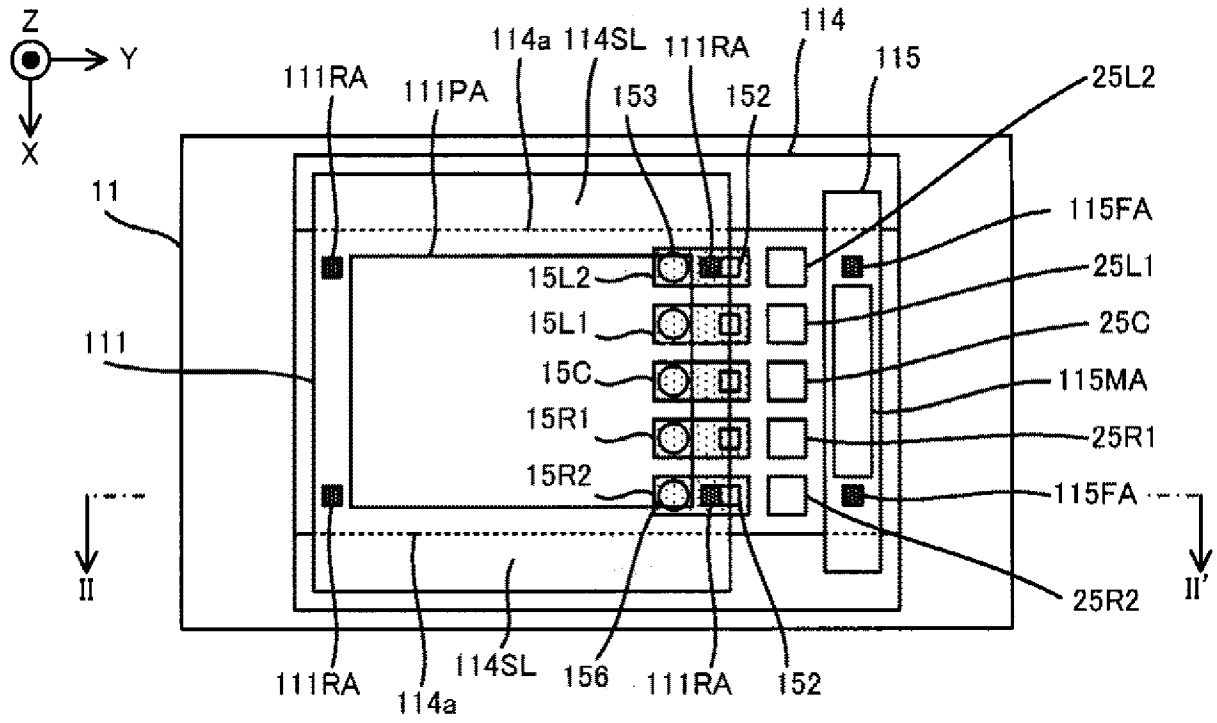
[図11]


Z
Y
X
155a
154
158-3b
AX2
LB3
156
155
111PA
111
15-3b
15-3
15-3a
LB2(1)
LB2(2)
LB2(3)
LB2(4)
LB2
AX1
151
153
158-3a
LB1
152

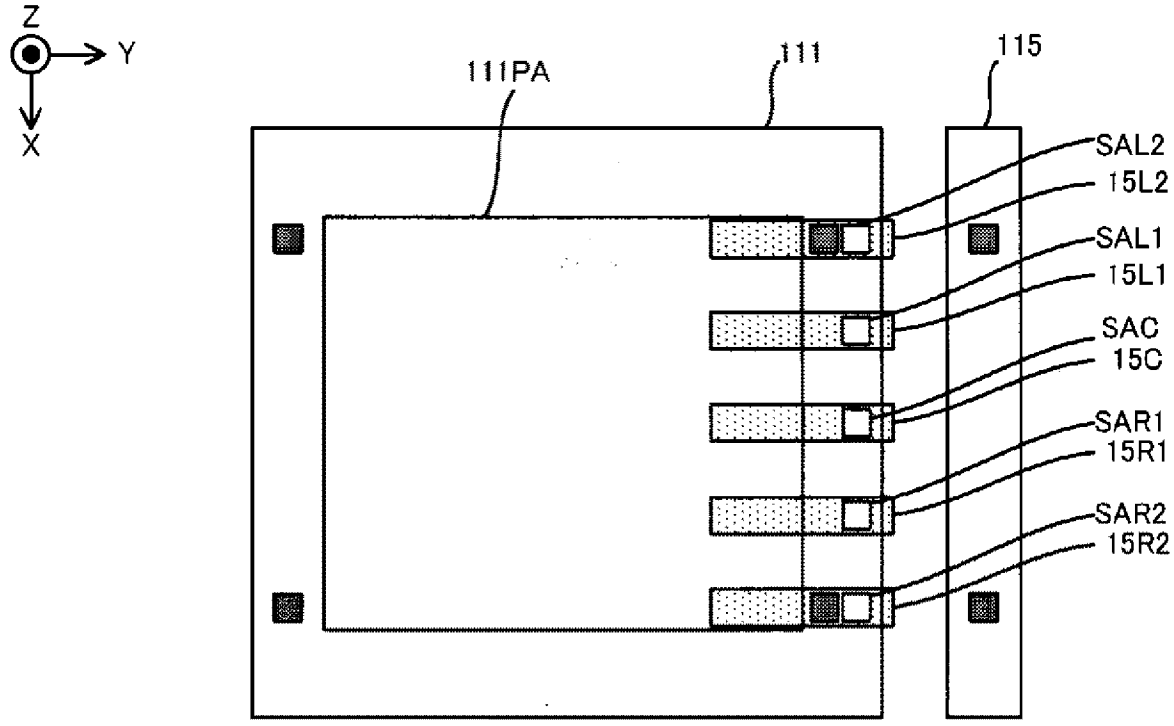
[図12]


Z
Y
X
LB3
AX2
AX1
111PA
111
LB2(1)
LB2(2)
LB2(3)
LB2(4)
LB2
155a
15-4
153
159
114b
158
154
156
155
152
114SL
LB1
151
113

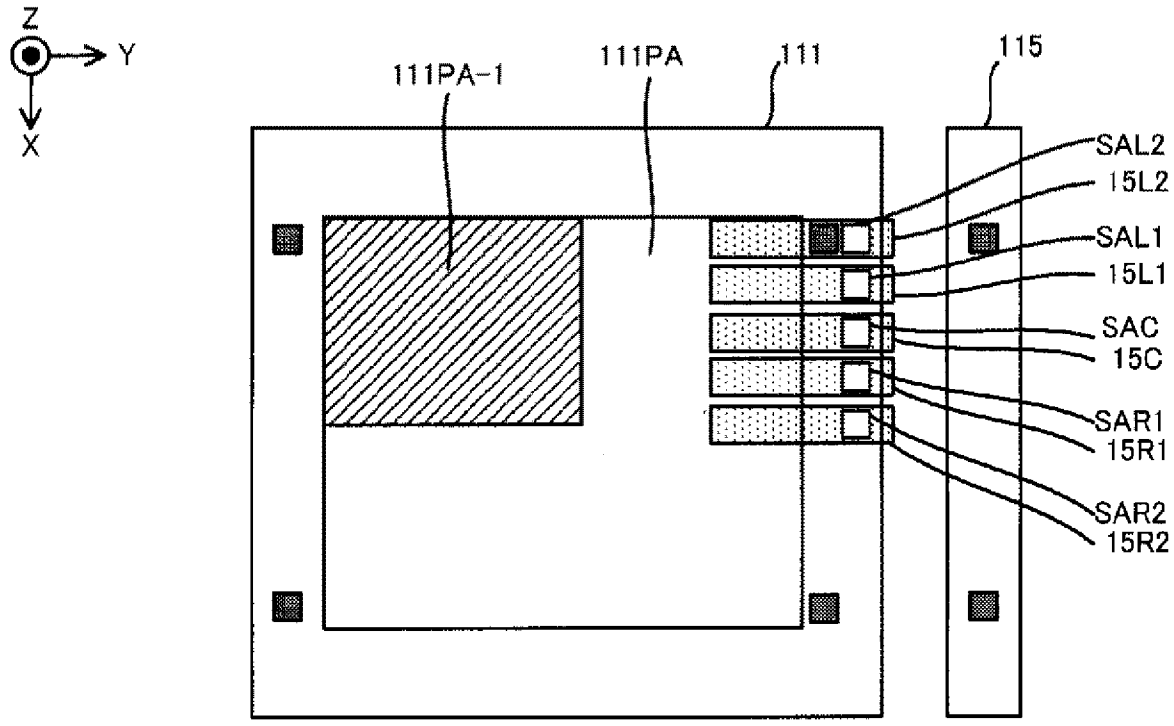
[図13]


Z
Y
X
11
111
II
II'
111RA
111PA
114a
114SL
153
111RA
152
114
115
25L2
115FA
25L1
25C
115MA
25R1
115FA
25R2
15L2
15L1
15C
15R1
15R2
111RA
114a
114SL
156
111RA
152

[図14]

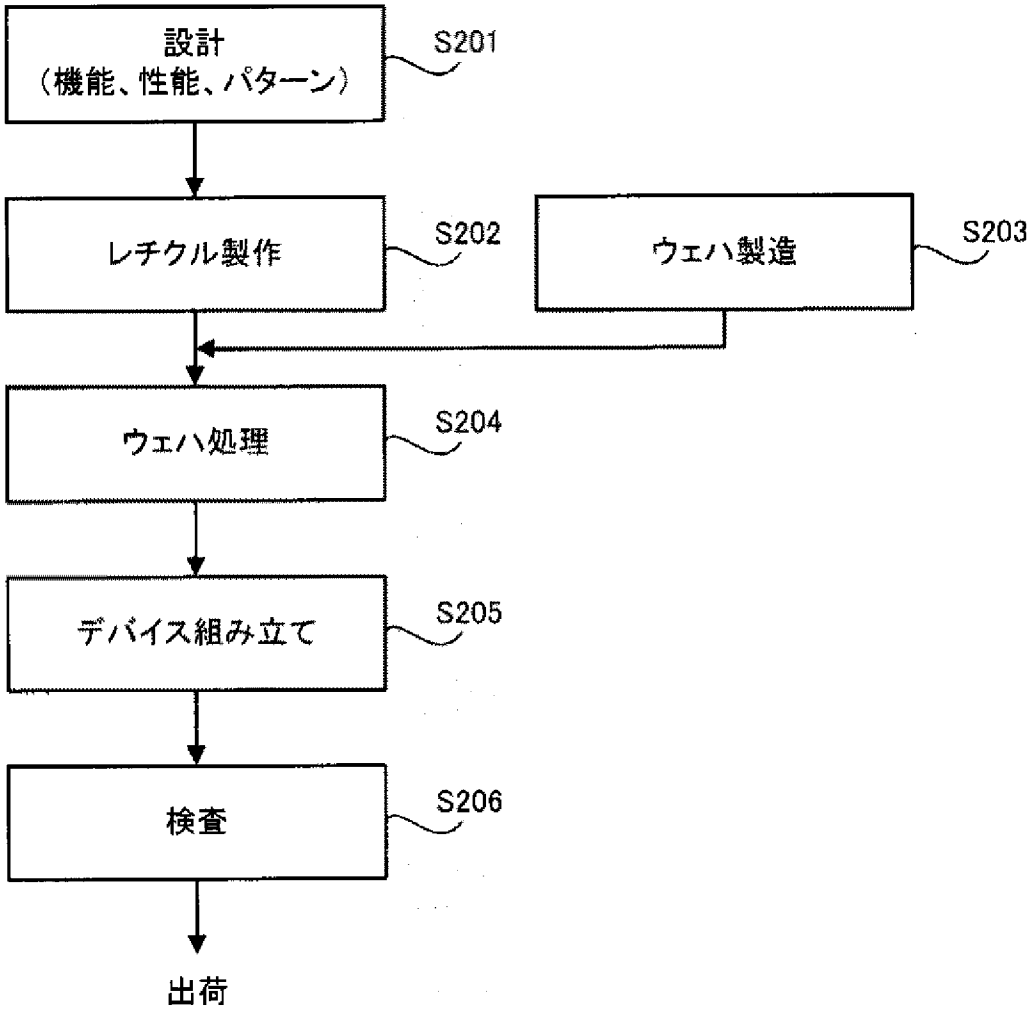

Z
Y
X
111PA
111
115
SAL2
15L2
SAL1
15L1
SAC
15C
SAR1
15R1
SAR2
15R2

(a)


Z
Y
X
111PA-1
111PA
111
115
SAL2
15L2
SAL1
15L1
SAC
15C
SAR1
15R1
SAR2
15R2

(a)

[図15]


設計
（機能、性能、パターン）
S201
レチクル製作
S202
ウェハ製造
S203
ウェハ処理
S204
デバイス組み立て
S205
検査
S206
出荷

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/050919

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
G03F9/00(2006.01)i, *G03F7/20*(2006.01)i, *H01L21/027*(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
G03F9/00, G03F7/20, H01L21/027

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 06-317534 A (Canon Inc.),	1-4,9-17,
	15 November 1994 (15.11.1994),	28-33,39,41,
	paragraphs [0011], [0202] to [0207]; fig. 1, 64	42
Y	& US 5486919 A & EP 598582 A2	27,29-38
A	& EP 567701 A1 & DE 69331515 D	5-8,18-26,40
	& DE 69224060 C & DE 69224060 D	
	& AT 212717 T & AT 162306 T	
X	JP 2010-113296 A (Hitachi High-Technologies Corp.),	20-24,26-38, 40-42
Y	20 May 2010 (20.05.2010),	27,29-38
A	paragraphs [0030], [0057] to [0062], [0077]; fig. 13 to 15	1-19,25,39
	& KR 10-2010-0052403 A & CN 101738870 A	
	& TW 201019053 A	

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
02 April 2015 (02.04.15)	14 April 2015 (14.04.15)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/050919

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	JP 2005-354066 A (ASML Netherlands B.V.), 22 December 2005 (22.12.2005), paragraphs [0042] to [0079] & JP 2009-278126 A & US 2005/0275841 A1 & US 2006/0007442 A1	28-33,41,42 34-38 1-27,39,40
X Y A	JP 2006-058768 A (NSK Ltd.), 02 March 2006 (02.03.2006), paragraphs [0028] to [0041] (Family: none)	28-33,41,42 34-38 1-27,39,40
A	JP 2009-182253 A (Canon Inc.), 13 August 2009 (13.08.2009), entire text; all drawings & US 2009/0195764 A1 & KR 10-2009-0084754 A & TW 200947159 A	1-42
A	JP 2009-156862 A (ASML Netherlands B.V.), 16 July 2009 (16.07.2009), entire text; all drawings & US 2009/0115987 A1 & CN 101424513 A & NL 1036080 A & KR 10-2009-0045126 A & TW 200928610 A	1-42
A	JP 2010-098008 A (Canon Inc.), 30 April 2010 (30.04.2010), entire text; all drawings & US 2010/0092882 A1	1-42
A	JP 2012-252212 A (NSK Technology Co., Ltd.), 20 December 2012 (20.12.2012), entire text; all drawings (Family: none)	1-42

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/050919

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
(See extra sheet.)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.

☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet(2)

Claims 1 to 19, 39, and 42 have a common technical feature of "including: a light irradiation unit for irradiating a given surface of a mask with a plurality of measurement beams of light having mutually different angles of incidence to the given surface; and a sensor unit for detecting at least some of the plurality of measurement beams of light reflected or scattered on the given surface."

Claims 19 to 27, 40, and 42 have a common technical feature of "including a displacement unit for displacing at least one of the light irradiation unit and the sensor unit."

Claims 27 to 38, 41, and 42 have a common technical feature of "including: a light irradiation unit for irradiating a given surface of a mask with measurement beams of light at a second timing that is different from a first timing at which a mask pattern is transferred to an object; and a sensor unit for detecting at least some of the measurement beams of light that are reflected or scattered on the given surface at a third timing that is different from the first timing."

However, the technical feature common to claims 1-19, 39 and 42 cannot be considered to be a special technical feature, since the technical feature does not make a contribution over the prior art in the light of the contents disclosed in the document 1.

Further, the technical feature common to claims 19-27, 40 and 42 cannot be considered to be a special technical feature, since the technical feature does not make a contribution over the prior art in the light of the contents disclosed in the document 2.

In addition, the technical feature common to claims 27-38, 41 and 42 cannot be considered to be a special technical feature, since the technical feature does not make a contribution over the prior art in the light of the contents disclosed in the documents 1-4.

Then, found in claims 5 to 8 and in claims 9 to 19, 21 to 27, and 29 to 38 which are dependent on claim 5 is a special technical feature, i.e., an aligner "wherein a first random or irregular uneven pattern is formed on the irradiated surface."

Also found in claim 18 and in claims 19, 21 to 27, and 29 to 38 which are dependent on claim 18 is a special technical feature, i.e., an aligner "wherein a third uneven pattern arranged regularly in a first direction is formed on a given surface; and a light irradiation unit irradiates the third uneven pattern with a plurality of measurement beams of light having different angles of incidence to the given surface."

Also found in claim 19 and in claims 21 to 27 and 29 to 38 which are dependent on claim 19 is a special technical feature, i.e., an aligner wherein in an arrangement including "a light irradiation unit for emitting a plurality of measurement beams of light having mutually different angles of incidence to a given surface," "at least one of the light irradiation unit and the sensor unit is displaced."

Also found in claim 25 and in claims 26 to 27 and 29 to 38 which are dependent on claim 25 is a special technical feature, i.e., an aligner "wherein at least one of the light irradiation unit and the sensor unit is displaced so that the given surface is included in part of the pattern surface."

There is no other same or corresponding special technical feature among the inventions of a group referring to claim 5 in which the above-said technical features could be found, a group of claim 18 which does not refer to claim 5, claim 19 which does not refer to claims 5 and 18, and a group of claim 25 which does not refer to claims 5, 18 and 19.

(Continued to next extra sheet)

Accordingly, claims are classified into four inventions each of which has a special technical feature indicated below.

Meanwhile, claims 1-4, 20, 28 and 39-42 having no special technical feature, and claims 6-17, 21-24, 26-27 and 29-38 which do not refer to claims 5, 18, 19 and 25 are classified into Invention 1.

(Invention 1) claims 1-8, 20, 28 and39-42, claims 9-19, 21-27 and 29-38 referring to claim 5, and claims 6-17, 21-24, 26-27 and 29-38 which do not refer to claims 5, 18, 19 and 25

Special technical feature:

The feature that "the irradiated surface has a first random or irregular uneven pattern formed thereon."

(Invention 2) claim 18, and claims 19, 21-27 and 29-38 which refer to claim 18 and do not refer to claim 5

Special technical feature:

The feature that "a third uneven pattern arranged regularly in a first direction is formed on a given surface; and a light irradiation unit irradiates the third uneven pattern with a plurality of measurement beams of light having different angles of incidence to the given surface."

Reason for impossibility of classification into Invention 1:

Claim 18, and claims 19, 21-27 and 29-38, which refer to claim 18 and do not refer to claim 5, are not relevant to inventions which involve all of the matters to define the invention in claim 1 or 5 and which have a same category.

Further, as a result of the search which has been carried out with respect to claims classified into Invention 1, claim 18, and claims 19, 21-27 and 29-38, which refer to claim 18 and do not refer to claim 5, are not relevant to inventions on which it is substantially possible to carry out a search without an additional prior-art search and judgment, and there is no other reason for that it can be considered that it is efficient to carry out a search on these claims together with claim 18, and claims 19, 21-27 and 29-38 which refer to claim 18 and do not refer to claim 5, and consequently, it is impossible to classify claim 18, and claims 19, 21-27 and 29-38, which refer to claim 18 and do not refer to claim 5, into invention 1.

(Invention 3) claim 19, and claims 21-27 and 29-38 which refer to claim 19 and do not refer to claims 5 and 18

Special technical feature:

The feature that in an arrangement including "a light irradiation unit for emitting a plurality of measurement beams of light having mutually different angles of incidence to a given surface," "at least one of the light irradiation unit and the sensor unit is displaced."

Reason for impossibility of classification into Invention 1:

Claim 19, and claims 21-27 and 29-38, which refer to claim 19 and do not refer to claims 5 and 18, are not relevant to inventions which involve all of the matters to define the invention in claim 1, 5 or 18 and which have a same category.

(Continued to next extra sheet)

Further, as a result of the search which has been carried out with respect to claims classified into Invention 1 or 2, claim 19, and claims 21-27 and 29-38, which refer to claim 19 and do not refer to claims 5 and 18, are not relevant to inventions on which it is substantially possible to carry out a search without an additional prior-art search and judgment, and there is no other reason for that it can be considered that it is efficient to carry out a search on these claims together with claims classified into Invention 1 or 2, and consequently, it is impossible to classify claim 19, and claims 21-27 and 29-38, which refer to claim 19 and do not refer to claims 5 and 18, into Invention 1 or 2.

(Invention 4) claim 25, and claims 26-27 and 29-38 which refer to claim 25 and do not refer to claims 5, 18 and 19

Special technical feature:

The feature that "at least one of the light irradiation unit and the sensor unit is displaced so that the given surface is included in part of the pattern."

Reason for impossibility of classification into Invention 1:

Claim 25, and claims 26-27 and 29-38, which refer to claim 25 and do not refer to claims 5, 18 and 19, are not relevant to inventions which involve all of the matters to define the invention in claim 1, 5, 18 or 19 and which have a same category.

Further, as a result of the search which has been carried out with respect to claims classified into Invention 1, 2 or 3, claim 25, and claims 26-27 and 29-38, which refer to claim 25 and do not refer to claims 5, 18 and 19, are not relevant to inventions on which it is substantially possible to carry out a search without an additional prior-art search and judgment, and there is no other reason for that it can be considered that it is efficient to carry out a search on these claims together with claims classified into Invention 1, 2 or 3, and consequently, it is impossible to classify claim 25, and claims 26-27 and 29-38, which refer to claim 25 and do not refer to claims 5, 18 and 19, into Invention 1, 2 or 3.

Consequently, it is obvious that the inventions of claims 1-42 do not comply with the requirement of unity of invention.

However, since it is possible to carry out a search on the inventions of claims 9-19, 21-27 and 29-38 without request for an additional search fee, it is concluded that an additional fee is not requested for a search on the inventions of said claims 9-19, 21-27 and 29-38.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０５０９１９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G03F9/00(2006.01)i, G03F7/20(2006.01)i, H01L21/027(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　G03F9/00, G03F7/20, H01L21/027

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１５年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１５年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１５年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	JP 06-317534 A（キヤノン株式会社）1994.11.15, 段落００１１，０２０２－０２０７，図１，図６４ & US 5486919 A & EP 598582 A2 & EP 567701 A1 & DE 69331515 D	1-4,9-17, 28-33,39,41, 42
Y	& DE 69224060 C & DE 69224060 D & AT 212717 T & AT 162306 T	27,29-38
A		5-8,18-26,40

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 ０２．０４．２０１５	国際調査報告の発送日 １４．０４．２０１５
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　2M　４０７１ 佐野　浩樹 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２７４

Ｃ（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y A	JP 2010-113296 A (株式会社日立ハイテクノロジーズ) 2010.05.20, 段落００３０，００５７－００６２，００７７，図１３－図１５ & KR 10-2010-0052403 A & CN 101738870 A & TW 201019053 A	20-24,26-38,40-42 27,29-38 1-19,25,39
X Y A	JP 2005-354066 A (エイエスエムエル　ネザランドズ　ベスローテン　フエンノートシャップ) 2005.12.22, 段落００４２－００７９ & JP 2009-278126 A & US 2005/0275841 A1 & US 2006/0007442 A1	28-33,41,42 34-38 1-27,39,40
X Y A	JP 2006-058768 A (日本精工株式会社) 2006.03.02, 段落００２８－００４１ (ファミリーなし)	28-33,41,42 34-38 1-27,39,40
A	JP 2009-182253 A (キヤノン株式会社) 2009.08.13, 全文全図 & US 2009/0195764 A1 & KR 10-2009-0084754 A & TW 200947159 A	1-42
A	JP 2009-156862 A (エーエスエムエル　ネザーランズ　ビー．ブイ．) 2009.07.16, 全文全図 & US 2009/0115987 A1 & CN 101424513 A & NL 1036080 A & KR 10-2009-0045126 A & TW 200928610 A	1-42
A	JP 2010-098008 A (キヤノン株式会社) 2010.04.30, 全文全図 & US 2010/0092882 A1	1-42
A	JP 2012-252212 A (ＮＳＫテクノロジー株式会社) 2012.12.20, 全文全図 (ファミリーなし)	1-42

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１５／０５０９１９

第Ⅱ欄　請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第１ページの２の続き）

法第8条第3項（ＰＣＴ17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

１．☐ 請求項 ＿＿＿＿＿＿＿＿ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、

２．☐ 請求項 ＿＿＿＿＿＿＿＿ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、

３．☐ 請求項 ＿＿＿＿＿＿＿＿ は、従属請求の範囲であってＰＣＴ規則6.4(a)の第２文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄　発明の単一性が欠如しているときの意見（第１ページの３の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

(特別ページ　参照)

１．☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。

２．☑ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。

３．☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。

４．☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。

☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。

☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

第Ⅲ欄　発明の単一性が欠如しているときの意見（第１ページの３の続き）について

請求項１－１９，３９，４２は、『マスクの所定面に対して、所定面に対する入射角度が互いに異なる複数の計測光を照射する光照射部と、所定面で反射又は散乱された複数の計測光の少なくとも一部を検出するセンサ部とを備える』という共通の技術的特徴を有している。
請求項１９－２７，４０，４２は、『光照射部及びセンサ部の少なくとも一方を移動させる移動部を備える』という共通の技術的特徴を有している。
請求項２７－３８，４１，４２は、『マスクパターンが物体に転写されている第１のタイミングとは異なる第２のタイミングに、マスクの所定面に対して計測光を照射する光照射部と、第１のタイミングとは異なる第３のタイミングに、所定面で反射又は散乱された計測光の少なくとも一部を検出するセンサ部とを備える』という共通の技術的特徴を有している。

しかしながら、請求項１－１９，３９，４２に共通の技術的特徴は、文献１の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。
また、請求項１９－２７，４０，４２に共通の技術的特徴は、文献２の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。
また、請求項２７－３８，４１，４２に共通の技術的特徴は、文献１－４の開示内容に照らして、先行技術に対する貢献をもたらすものではないから、当該技術的特徴は、特別な技術的特徴であるとはいえない。

次に、請求項５－８及び請求項５を引用する請求項９－１９，２１－２７，２９－３８に、「照射面には、ランダムな又は不規則な第１凹凸パターンが形成されている」という特別な技術的特徴が発見された。
また、請求項１８及び請求項１８を引用する請求項１９，２１－２７，２９－３８に、『所定面に第１方向に沿って規則的に配列された第３凹凸パターンが形成され、光照射部は、第３凹凸パターンに対して、所定面に対する入射角度が異なる複数の計測光を照射する』という特別な技術的特徴が発見された。
また、請求項１９及び請求項１９を引用する２１－２７，２９－３８に、「所定面に対する入射角度が互いに異なる複数の計測光を照射する光照射部」を備える構成において、「前記光照射部及び前記センサ部の少なくとも一方を移動させる」という特別な技術的特徴が発見された。
また、請求項２５及び請求項２５を引用する請求項２６－２７，２９－３８に、「前記所定面が前記一部のパターン面に含まれるように、前記光照射部及び前記センサ部の少なくとも一方を移動させる」という特別な技術的特徴が発見された。

そして、これらの特別な技術的特徴が発見された請求項５を引用する群、請求項５を引用しない請求項１８の群、請求項５及び１８を引用しない請求項１９、請求項５，１８及び１９を引用しない請求項２５の群の発明の間には、他に同一の又は対応する特別な技術的特徴は存在しない。そのため、請求の範囲は、各々下記の特別な技術的特徴を有する４の発明に区分される。
なお、特別な技術的特徴を有しない請求項１－４，２０，２８，３９－４２及び請求項５，１８，１９，２５を引用しない請求項６－１７，２１－２４，２６－２７，２９－３８は、発明１に区分する。
（続く）

（発明１）請求項１－８，２０，２８，３９－４２、請求項５を引用する請求項９－１９，２１－２７，２９－３８、及び請求項５，１８，１９，２５を引用しない請求項６－１７，２１－２４，２６－２７，２９－３８
特別な技術的特徴：「照射面には、ランダムな又は不規則な第１凹凸パターンが形成されている」こと

（発明２）請求項１８、及び、請求項１８を引用し、請求項５を引用しない請求項１９，２１－２７，２９－３８
特別な技術的特徴：『所定面に第１方向に沿って規則的に配列された第３凹凸パターンが形成され、光照射部は、第３凹凸パターンに対して、所定面に対する入射角度が異なる複数の計測光を照射する』こと
発明１に区分できない理由：請求項１８及び請求項１８を引用し、請求項５を引用しない請求項１９，２１－２７，２９－３８は、請求項１又は５の発明特定事項を全て含む同一カテゴリーの発明ではない。そして、請求項１８及び請求項１８を引用し、請求項５を引用しない請求項１９，２１－２７，２９－３８は、発明１に区分された請求項について調査した結果、実質的に追加的な先行技術調査や判断を必要とすることなく調査を行うことが可能である発明ではなく、請求項１８及び請求項１８を引用し、請求項５を引用しない請求項１９，２１－２７，２９－３８とまとめて調査を行うことが効率的であるといえる他の事情もないから、請求項１８及び請求項１８を引用し、請求項５を引用しない請求項１９，２１－２７，２９－３８を発明１に区分することはできない。

（発明３）請求項１９、及び、請求項１９を引用し、請求項５，１８を引用しない請求項２１－２７，２９－３８
特別な技術的特徴：「所定面に対する入射角度が互いに異なる複数の計測光を照射する光照射部」を備える構成において、「前記光照射部及び前記センサ部の少なくとも一方を移動させる」こと
発明１に区分できない理由：請求項１９、及び、請求項１９を引用し、請求項５，１８を引用しない請求項２１－２７，２９－３８は、請求項１，５又は１８の発明特定事項を全て含む同一カテゴリーの発明ではない。そして、請求項１９、及び、請求項１９を引用し、請求項５，１８を引用しない請求項２１－２７，２９－３８は、発明１又は２に区分された請求項について調査した結果、実質的に追加的な先行技術調査や判断を必要とすることなく調査を行うことが可能である発明ではなく、発明１又は２に区分された請求項とまとめて調査を行うことが効率的であるといえる他の事情もないから、請求項１９、及び、請求項１９を引用し、請求項５，１８を引用しない請求項２１－２７，２９－３８を発明１又は２に区分することはできない。

（続く）

（発明４）請求項２５、及び、請求項２５を引用し、請求項５，１８，１９を引用しない請求項２６－２７，２９－３８
特別な技術的特徴：「前記所定面が前記一部のパターン面に含まれるように、前記光照射部及び前記センサ部の少なくとも一方を移動させる」こと
発明１に区分できない理由：請求項２５、及び、請求項２５を引用し、請求項５，１８，１９を引用しない請求項２６－２７，２９－３８は、請求項１，５，１８又は１９の発明特定事項を全て含む同一カテゴリーの発明ではない。そして、請求項２５、及び、請求項２５を引用し、請求項５，１８，１９を引用しない請求項２６－２７，２９－３８は、発明１，２又は３に区分された請求項について調査した結果、実質的に追加的な先行技術調査や判断を必要とすることなく調査を行うことが可能である発明ではなく、発明１，２又は３に区分された請求項とまとめて調査を行うことが効率的であるといえる他の事情もないから、請求項２５、及び、請求項２５を引用し、請求項５，１８，１９を引用しない請求項２６－２７，２９－３８を発明１，２又は３に区分することはできない。

よって、請求項１乃至４２に係る発明は、発明の単一性の要件を満たしていないことが明らかである。

しかしながら、請求項９－１９，２１－２７，２９－３８に係る発明については、追加調査手数料を要求するまでもなく調査することができるので、当該請求項９－１９，２１－２７，２９－３８に係る発明の調査に関しては追加の手数料を求めない。