

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-106965

(P2011-106965A)

(43) 公開日 平成23年6月2日(2011.6.2)

(51) Int.Cl.

GO1N 21/956 (2006.01)

F 1

GO1N 21/956

テーマコード(参考)

A 2G051

審査請求 有 請求項の数 10 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号

特願2009-262234 (P2009-262234)

(22) 出願日

平成21年11月17日 (2009.11.17)

(71) 出願人 000115902

レーザーテック株式会社

神奈川県横浜市港北区新横浜2-10-1

(74) 代理人 100103894

弁理士 家入 健

(74) 代理人 100129953

弁理士 岩瀬 康弘

(72) 発明者 武久 究

神奈川県横浜市港北区新横浜2-10-1

レーザーテック株式会社内

F ターム(参考) 2G051 AA56 AB02 BA10 BA11 BB09

BB11 BB20 CA04 CA07 CB01

CC09 CC11

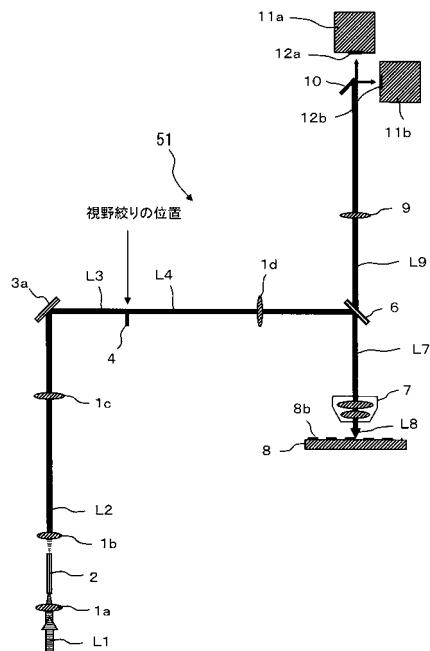
(54) 【発明の名称】 検査装置、検査方法、及びパターン基板の製造方法

(57) 【要約】

【課題】高感度で検査を行うことができる検査装置、検査方法、及びパターン基板の製造方法を提供すること。

【解決手段】本発明の一態様にかかる検査装置は、対物レンズ7と、対物レンズ7の視野の一部である第1の領域を、第1の偏光方向の直線偏光で照明し、対物レンズの視野内において前記第1の領域と異なる第2の領域を第1の偏光方向と異なる第2の偏光方向の直線偏光で照明する反射照明光学系51と、第1の領域において、試料で反射した反射光を検出するTDIカメラ11aと、第2の領域において、試料で反射した反射光を検出するTDIカメラ11bと、を備えるものである。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

対物レンズと、

前記対物レンズの視野の一部である第1の領域を第1の偏光方向の直線偏光で照明し、前記対物レンズの視野内において前記第1の領域と異なる第2の領域を前記第1の偏光方向と異なる第2の偏光方向の直線偏光で照明する反射照明光学系と、

前記第1の領域において、試料で反射した反射光を検出する第1検出器と、

前記第2の領域において、試料で反射した反射光を検出する第2検出器と、を備える検査装置。

【請求項 2】

前記第1の偏光方向と前記第2の偏光方向とが直交していることを特徴とする請求項1に記載の検査装置。

【請求項 3】

前記反射照明光学系が、

前記試料と共に位置に配置され、一部の照明光の偏光状態を変化させる第1の1/2波長板と、

前記第1の1/2波長板から前記対物レンズまでの間に配置され、前記試料で反射した反射光が前記対物レンズを介して入射する第1の光分岐手段と、を備えた請求項1、又は2に記載の検査装置。

【請求項 4】

前記第1の1/2波長板が光路の半分に挿入されている請求項3に記載の検査装置。

【請求項 5】

前記第1の光分岐手段が偏光状態に応じて光を反射する偏光ビームスプリッタであり、前記反射照明光学系が、

前記波長板と前記偏光ビームスプリッタとの間に設けられ、照明光を円偏光にする第1の1/4波長板と、

前記対物レンズと偏光ビームスプリッタの間に設けられ、前記第1の1/4波長板によって円偏光になった照明光を直線偏光にする第2の1/4波長板と、

前記偏光ビームスプリッタから前記第1及び第2光検出器までの間に設けられ、前記第1及び第2光検出器に入射する反射光を直線偏光にする第3の1/4波長板と、を備える請求項3、又は4に記載の検査装置。

【請求項 6】

前記反射照明光学系が、

前記照明光を第1の光ビームと第2の光ビームに分岐する第2の光分岐手段と、

前記光分岐手段で分岐された第1の光ビームの偏光状態を変化させる第2の1/2波長板と、

前記波長板で偏光状態が第1の光ビームが前記第2の光ビームと近接して伝搬するよう重ね合わせる手段と、を備えた請求項1、又は2に記載の検査装置。

【請求項 7】

前記第2の1/2波長板が第1の光ビーム全体の偏光状態を変化させることを特徴とする請求項6に記載の検査装置。

【請求項 8】

前記反射照明光学系が、

照明光を分岐して前記第1の領域に入射する第1のビームと、前記第1の光ビームとは異なる方向に伝搬する第2の光ビームを生成する第3の光分岐手段と、

前記第2のビームの偏光状態を変化させる第3の1/2波長板と、

前記試料と共に位置に配置され、前記第3の1/2波長板からの第2の光ビームを前記第3の光分岐手段を介して前記第2の領域に入射させる手段と、を備える請求項1、又は2に記載の検査装置。

【請求項 9】

10

20

30

40

50

対物レンズの視野の一部である第1の領域を第1の方向の直線偏光で、照明するステップと、

前記対物レンズの視野内において前記第1の領域と異なる第2の領域を前記第1の偏光方向と異なる第2の偏光方向の直線偏光で、照明するステップと、

前記第1の領域において前記試料で反射した反射光を、前記対物レンズを介して第1検出器で検出するステップと、

前記第2の領域において前記試料で反射した反射光を、前記対物レンズを介して第2検出器で検出するステップと、を備える検査方法。

【請求項10】

前記第1の方向、及び前記第2の方向の少なくとも一方が前記試料に設けられたパターンに沿っていることを特徴とする請求項9に記載の検査方法。 10

【請求項11】

請求項9、又は10に記載の検査方法により、フォトマスクを検査する検査ステップと、

前記検査ステップによって検査されたフォトマスクの欠陥を修正する欠陥修正ステップと、

前記欠陥修正ステップで修正されたフォトマスクを介して基板を露光する露光ステップと、

前記露光された基板を現像する現像ステップと、を有するパターン基板の製造方法。

【発明の詳細な説明】 20

【技術分野】

【0001】

本発明は、検査装置、検査方法、及びパターン基板の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

一般にパターンが形成されたマスクの欠陥検査の方法には、マスクパターンと設計データとの比較検査法（一般にDie-to-database比較法と呼ばれる。）と、2つのチップにおけるパターン比較検査法（一般にDie-to-die比較法と呼ばれる。）の2通りの方法が広く知られている。どちらの方式でもマスクパターンにおける微小な一部分（以下、観察領域と呼ぶ。）を対物レンズによって拡大して、その拡大された光学像をCCDカメラで検出して検査を行っている。ただし、CCDカメラを用いる際に、以下に説明するTDI（Time Delay Integration）と呼ばれる方式が用いられる場合が多い。このため、このCCDカメラは、TDIカメラ、あるいはTDIセンサーなどと広く呼ばれている。 30

【0003】

また、観察領域を照明するための光源としては、紫外域で連続動作するレーザや紫外域にスペクトルを有する点光源ランプが用いられている。これらのレーザやランプから取り出される紫外光を、マスクに対して対物レンズと反対側から照射する照明方式は透過照明と呼ばれている。これに対して、マスクに対して対物レンズ側から照明する照明方式は反射照明と呼ばれている。これら2つの照明方法が利用されるのは、見え方（つまり照明されたパターンの光学像をTDIカメラ等に結像させることで撮像した像の見え方）が異なるため、検出できる欠陥の種類等が異なるからである。 40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2009-223095

【非特許文献1】半導体MIRAIプロジェクト成果報告会 158頁 2008年

【非特許文献2】Proc.of SPIE Vol.6349, 63493G, 2006年

【発明の概要】 50

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ここで一般的なマスク検査装置における反射照明の光学系の構成を、図10を用いて説明する。図10では、検査光源としてレーザ装置（ただし図示せず。）を用いた場合を示している。レーザ装置から発生させた直線偏光のレーザ光が検査光学系内に入射する際に、その直線偏光をS波とする。このS波はPBS（偏光ビームスプリッタ）に入射すると、反射して下方に進む。なお、S波と呼ぶのは、このPBSで効率良く反射する偏光方向の直線偏光としているからである。次に、レーザ光が、1/4波長板を通過することで、円偏光に変換される。ここでは照明光が、右回りの円偏光となる。この円偏光は対物レンズを通過して、マスクのパターン面に照射される。パターン面からの反射光は、逆回りの偏光方向、すなわち左回りの円偏光となる。そして、反射光は、対物レンズを通過して、再び1/4波長板を通過する。こうすることで、光は、直線偏光に戻されるが、今度はP波になる。このため、反射光は、PBSを透過することになる。パターン面からの反射光であるP波が投影レンズを通過して、TDIカメラに到達する。この際に、対物レンズと投影レンズとで、マスクのパターン面がTDIカメラに投影されるようになっている。これにより、対物レンズの視野内の拡大像が撮像され、欠陥検査ができるようになっている。

10

【0006】

一方、EUVマスクは、露光光である波長13.5nmのX線を反射させて露光に用いている。このため、EUVマスクは、反射型マスクと呼ばれている。一般的なEUVマスクの断面構造を図11に示す。図11に示すように、低膨張ガラスの上には、Mo/Si多層膜が形成されている。Mo/Si多層膜では、例えば、Mo膜とSi膜が40~50層形成されている。Mo/Si多層膜は、X線を反射する。Mo/Si多層膜の上には、バッファ層（及び保護膜）が形成されている。さらに、バッファ層の上には、X線を吸収する吸収体を設けている。このように、EUVマスクは、X線を反射させない吸収体を、X線を反射させるMo/Si多層膜の上に形成した積層構造になっている。このEUVマスクによって、ウエハ上にパターン露光させることができる。

20

【0007】

EUVマスクのパターン検査には、従来のマスク検査装置を利用できる。しかしながら、EUVマスクは光を透過させないため、照明方式として反射照明でしか検査できない点が大きな違いである。つまり反射照明光が照射されるパターン面におけるMo/Si多層膜からの反射光を検出することになる。そして、パターン面の光学像をTDIカメラに投影することで、パターン形状が撮像され、欠陥検査が行われる。

30

【0008】

従来のマスク検査装置をそのまま用いてEUVマスクを検査する場合、高いコントラストが得られにくいという問題がある。つまり反射照明では、前述したように、マスクに円偏光の照明光が照射される。この場合、EUVマスクにおけるパターン形成されたMo/Si多層膜まで照明光を到達させるのが困難になってしまふ。その理由としては、Mo/Si多層膜が露出したパターンの幅に比べて、同等の寸法の厚みを有する吸収体が付いている。円偏光では、このような狭いパターン幅内を効率良く進むことができず、パターン形状を高いコントラストでは撮像できないと考えられる。

40

【0009】

具体的には、非特許文献2によると、吸収体の厚みは90nmであり、その下のバッファ層が10nmとされている。また、例えば、ハーフピッチ22nm世代のデバイスでは、4倍マスク上での最小線幅は88nmである。このことから、吸収体と保護膜との厚みの合計は、パターン幅と同等前後に厚いと考えられる。

【0010】

なお、非特許文献1では、コントラストが低い従来の円偏光での照明に替わって、ビームの径方向に偏光方向を有する特殊な偏光照明を用いる構成が示されている。これにより、コントラストが改善されると報告されている。この特殊な偏光照明では、ビームの断面

50

中心から径方向に偏光方向が向いているレーザ光を用いるものである（以下、径方向偏光照明と呼ぶ。）。このため、マスクのパターンの向きに関わらず、従来の一般的なマスク検査装置における照明光の円偏光に比べれば、高いコントラストが得られるとされている。なお、径方向偏光照明の形成法に関しては、例えば、特許文献1に示されている。

【0011】

しかしながら、一般的なマスクのパターンは、縦方向か横方向の直線状である。このため、全ての方向を向いている径方向偏光照明では、コントラストが改善される光量の割合が低くなってしまう。この結果、コントラストの向上効果が小さくなってしまう。さらに、径方向偏光照明を実現するためには、下記特許文献1に示されているように、方位方向に分割された特殊な波長板が必要である。このため、コストが高くなる問題もあった。

10

【0012】

本発明は、簡便な構成で高いコントラストを得ることができる検査装置、検査方法、及びパターン基板の製造方法を提供することである。

製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0013】

本発明の第1の態様に係る検査装置は、対物レンズ（例えば、本発明の実施形態にかかる対物レンズ7）と、前記対物レンズの視野の一部である第1の領域を第1の偏光方向の直線偏光で照明し、前記対物レンズの視野内において前記第1の領域と異なる第2の領域を前記第1の偏光方向と異なる第2の偏光方向の直線偏光で照明する反射照明光学系（例えば、本発明の実施形態にかかる反射照明光学系51）と、前記第1の領域において、試料で反射した反射光を検出する第1検出器（例えば、本発明の実施形態にかかるTDIカメラ11a）と、前記第2の領域において、試料で反射した反射光を検出する第2検出器（例えば、本発明の実施形態にかかるTDIカメラ11b）と、を備えるものである。これにより、異なる偏光方向の光で照明することができるため、高いコントラストで検査することができる。

20

【0014】

本発明の第2の態様に係る検査装置は、上記の検査装置であって、前記第1の偏光方向と前記第2の偏光方向とが直交していることを特徴とするものである。これにより、縦横パターンを有する試料を高いコントラストで検査することができる。

30

【0015】

本発明の第3の態様に係る検査装置は、上記の検査装置であって、前記反射照明光学系が、前記試料と共に位置に配置され、一部の照明光の偏光状態を変化させる第1の1/2波長板（例えば、本発明の実施形態にかかる1/2波長板4）と、前記第1の1/2波長板から前記対物レンズまでの間に配置され、前記試料で反射した反射光が前記対物レンズを介して入射する第1の光分岐手段（例えば、本発明の実施形態にかかるハーフミラー6、ハーフミラー41、又はPBS20）と、を備えたものである。これにより、簡便な構成で光の利用効率を向上することができる。

【0016】

本発明の第4の態様に係る検査装置は、上記の検査装置であって、前記第1の1/2波長板が光路の半分に挿入されているものである。これにより、簡便に直線偏光ビームを生成することができる。

40

【0017】

本発明の第5の態様に係る検査装置は、上記の検査装置であって、前記第1の光分岐手段が偏光状態に応じて光を反射する偏光ビームスプリッタ（例えば、本発明の実施形態にかかるPBS20）であり、前記反射照明光学系が、前記波長板と前記偏光ビームスプリッタとの間に設けられ、照明光を円偏光にする第1の1/4波長板（例えば、本発明の実施形態にかかる1/4波長板5a）と、前記対物レンズと偏光ビームスプリッタの間に設けられ、前記第1の1/4波長板によって円偏光になった照明光を直線偏光にする第2の1/4波長板（例えば、本発明の実施形態にかかる1/4波長板5b）と、前記偏光ビー

50

ムスプリッタから前記第1及び第2光検出器までの間に設けられ、前記第1及び第2光検出器に入射する反射光を直線偏光にする第3の1/4波長板（例えば、本発明の実施形態にかかる1/4波長板5c）と、を備えるものである。

【0018】

本発明の第6の態様に係る検査装置は、上記の検査装置であって、前記反射照明光学系が、前記照明光を第1の光ビームと第2の光ビームに分岐する第2の光分岐手段（例えば、本発明の実施形態にかかるハーフミラー6b）と、前記光分岐手段で分岐された第1の光ビームの偏光状態を変化させる第2の1/2波長板（例えば、本発明の実施形態4にかかる1/2波長板4b）と、前記波長板で偏光状態が第1の光ビームが前記第2の光ビームと近接して伝搬するように重ね合わせる手段（例えば、本発明の実施形態4にかかるミラー3d）と、を備えたものである。

10

【0019】

本発明の第7の態様に係る検査装置は、上記の検査装置であって、前記第2の1/2波長板が第1の光ビーム全体の偏光状態を変化させることを特徴とするものである。これにより、

【0020】

本発明の第8の態様に係る検査装置は、上記の検査装置であって、前記反射照明光学系が、照明光を分岐して前記第1の領域に入射する第1のビームと、前記第1の光ビームとは異なる方向に伝搬する第2の光ビームを生成する第3の光分岐手段（例えば、本発明の実施形態4にかかるハーフミラー40）と、前記第2のビームの偏光状態を変化させる第3の1/2波長板（例えば、本発明の実施形態4にかかる1/波長板4）と、前記試料と共に位置に配置され、前記第3の1/2波長板からの第2の光ビームを前記第3の光分岐手段を介して前記第2の領域に入射させる手段（例えば、本発明の実施形態4にかかるミラー40c）と、を備えるものである。

20

【0021】

本発明の第9の態様に係る検査方法は、対物レンズの視野の一部である第1の領域を第1の方向の直線偏光で、照明するステップと、前記対物レンズの視野内において前記第1の領域と異なる第2の領域を前記第1の偏光方向と異なる第2の偏光方向の直線偏光で、照明するステップと、前記第1の領域において前記試料で反射した反射光を、前記対物レンズを介して第1検出器で検出するステップと、前記第2の領域において前記試料で反射した反射光を、前記対物レンズを介して第2検出器で検出するステップと、を備えるものである。

30

【0022】

本発明の第10の態様に係る検査方法は、上記の検査方法であって、前記第1の方向、及び前記第2の方向の少なくとも一方が前記試料に設けられたパターンに沿っていることを特徴とするものである。

【0023】

本発明の第11の態様に係る検査方法は、パターン基板の製造方法は、上記の検査方法により、フォトマスクを検査する検査ステップと、前記検査ステップによって検査されたフォトマスクの欠陥を修正する欠陥修正ステップと、前記欠陥修正ステップで修正されたフォトマスクを介して基板を露光する露光ステップと、前記露光された基板を現像する現像ステップを有するものである。

40

【発明の効果】

【0024】

本発明によれば、簡便な構成で高いコントラストを得ることができる検査装置、検査方法、及びパターン基板の製造方法を提供することである。

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】第一の実施形態であるEUVマスク検査装置の光学系の構成図である。

50

【図2】EUVマスク検査装置における偏光状態の説明図である。

【図3】EUVマスク検査装置における部分的光学配置の別案を示す構成図である。

【図4】EUVマスク検査装置の照明領域の説明図である。

【図5】第二実施形態であるEUVマスク検査装置の光学系の構成図である。

【図6】第三実施形態であるEUVマスク検査装置の光学系の構成図である。

【図7】EUVマスク検査装置におけるハーフミラーの特性を示すグラフである。

【図8】第四実施形態であるEUVマスク検査装置の光学系の構成図である。

【図9】EUVマスク検査装置におけるハーフミラー40の伝達特性を示すグラフである

。

【図10】通常のマスク検査装置の反射照明の構成図である。

【図11】一般的なEUVマスクの断面構造図である。

10

【発明を実施するための形態】

【0026】

以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。以下の説明は、本発明の好適な実施の形態を示すものであって、本発明の範囲が以下の実施の形態に限定されるものではない。以下の説明において、同一の符号が付されたものは実質的に同様の内容を示している。

【0027】

実施の形態1。

以下、本発明の実施の形態について図面を参照しながら説明する。以下に、本実施形態にかかる検査装置を、図1～3を用いて説明する。本実施の形態では、EUVマスクの検査を行う検査装置を例として説明を行う。図1は、本発明の検査装置の照明光学系全体の構成図である。図2は、EUVマスク検査装置における偏光状態の説明図である。図3は、検査装置の照明領域と、検査領域の関係を模式的に示す図である。図1に示すように、検査装置は、レンズ1b、1c、1d、ミラー3a、及びハーフミラー6等を有する反射照明光学系51を用いて、EUVマスク8を照明する。

20

【0028】

図示していないレーザ装置からの照明光であるレーザ光L1が出射される。レーザ光としては、0.2μm前後の紫外域の波長の光を用いることができる。そして、レーザ光L1は、レンズ1aによってホモジナイザー2に入射し、この内部で全反射を繰り返しながら進む。こうすることで、ホモジナイザー2の出射面では、均一な光強度分布のビームが形成されている。レーザ光L1は、ホモジナイザー2の出射後、レンズ1bを通る。これにより、レーザ光L2は平行ビームに戻される。

30

【0029】

そして、レーザ光L2は、レンズ1cを通過してミラー3aで折り返される。ミラー3aで反射したレーザ光L3は1/2波長板4の置かれている位置に到達する。ただし、1/2波長板4は、レーザ光L3のビーム断面に関して半分だけが通過するように配置されている。すなわち、1/2波長板4は光路の半分まで挿入されている。1/2波長板4の光学的な位置は、ホモジナイザー2の出射面と共に位置になっている。すなわち、ホモジナイザー2の出射面の光学像が、レンズ1bとレンズ1cとによって、1/2波長板4の位置に投影されるようになっている。

40

【0030】

1/2波長板4の位置を通過したレーザ光L4は、レンズ1dを通過する。レンズ1dを通過したレーザ光L4は、ハーフミラー6に入射する。ハーフミラー6では、レーザ光L4が反射と透過とで2分割される。本発明では、ハーフミラー6を透過するレーザ光は利用しないため、図示していない。なお、反射率と透過率に関しては、図2を用いて後述する。

【0031】

ハーフミラー6を反射したレーザ光L7は対物レンズ7を通過する。対物レンズ7で集光されたレーザ光L8は、EUVマスク8に入射する。そして、レーザ光L8のようにEUVマスク8の上側のパターン面8bを照射する。

50

【0032】

パターン面8bを照射して発生する反射光としてのレーザ光L8（なお、前述したレーザ光L8は、図で下向きに進んでおり、今回は図で上向きに進むが、同一空間を伝搬するレーザ光なので同じ符号を用いる。）は対物レンズ7を通過する。以下、EUVマスク8で反射したレーザ光を反射光と称することもある。対物レンズ7で屈折された反射光は、ハーフミラー6を透過する。ハーフミラー6を通過したレーザ光L9は投影レンズ9を通過する。投影レンズ9で屈折された反射光は、空間分割ミラー10の位置に到達する。ここで空間分割ミラー10に当たらない半分のビームがTDIカメラ11aに到達し、空間分割ミラー10に当たるレーザ光がTDIカメラ11bに到達する。すなわち、空間分割ミラー10が反射光を空間的に分離する。分離された2つの反射光は、それぞれTDIカメラ11a、11bのセンサー面12a、12bに到達する。

10

【0033】

なお、EUVマスク8のパターン面8bにレーザ光L8が照射している領域が観察領域（照明領域）となる。この観察領域が対物レンズ7と投影レンズ9とで構成される投影光学系によって、センサー面12aあるいはセンサー面12bに投影されるようになっている。

【0034】

ここで、レーザ光の偏光方向に関して、図2を用いて補足説明する。レーザ光L3は、そのビーム断面の半分のみが1/2波長板4を通過している。この1/2波長板4によって直後のレーザ光L4は、互いに直交した偏光方向で近接した2本のレーザ光が並んだようになっている。これらをS波とP波とする。なお、ここではS波、P波という表現を用いるが、単に偏光方向が直交する2種の光を区別するために用いている。これらS波、P波が合わさったレーザ光L4は、レンズ1dを通過後、ハーフミラー6に入射する。

20

【0035】

このハーフミラー6では、入射するレーザ光がS波の場合、約70%を反射し、約30%を透過するようになっている。また、入射するレーザ光がP波の場合は、約30%が反射し、約70%が透過するようになっている。その結果、ハーフミラー6で反射して下方に進むレーザ光L7においては、S波が約70%、P波が約30%になっている。これらS波とP波とが、対物レンズ7を通過して、パターン面8bを照射する。

30

【0036】

また、1/2波長板4の光学的な位置はEUVマスク8のパターン面8bと共に位置になっている。すなわち前記互いに直交した偏光方向で近接した2本のレーザ光を形成させる位置は、パターン面8bに共役な光学位置、すなわち一般に視野絞りが配置される位置になっている。直交した偏光方向で近接した2本のレーザ光を形成させる位置が、対物レンズ7と、レンズ1dとで形成される投影光学系によってパターン面8bに投影される。これによって、パターン面8bにおいては、互いに直交した2つの直線偏光のレーザ光L8が、近接した異なる領域に照射されるようになる。つまり、図3に示したように、対物レンズ7の視野内にP波の照明領域とS波の照明領域とが形成される。それぞれの中に矩形の検査領域が形成され、この領域がTDIカメラ11a、11bに投影される。そして、TDIカメラ11a、11bによって取得した画像に基づいて欠陥検査が行われる。

40

【0037】

次に、パターン面8bからの反射光、すなわち上方に進むレーザ光L8は、P波とS波とが合わさった偏光状態になっている。この反射光は、対物レンズ7を通過してから、再びハーフミラー6に入射する。このハーフミラー6を透過する割合としては、前記と同様、S波に対しては約30%、P波に対しては約70%になっている。一方、前述したように、レーザ光L7は、S波が約70%、P波が約30%になっている。よって、ハーフミラー6を透過できるレーザ光L9においては、S波に対しても、P波に対しても、レーザ光L4を構成するS波、P波の約21%（=70%×30%）と同じ割合になる。これにより、TDIカメラ11aでの受光量とTDIカメラ11bの受光量とがほぼ等しくなる。

50

【0038】

ここで、ハーフミラー6におけるP波、S波の反射率をそれぞれR_p、R_sとする。また、EUVマスクのパターン面での反射率を100%と仮定する。さらに、ハーフミラー6に入射する前のP波とS波が合成されたレーザ光L4のパワーに関しては、P波もS波も1.0とする。すると、再度ハーフミラー6を通過してTDIカメラ11a、11bへ向かうレーザ光L9におけるP波のパワーP_p、及びS波のパワーP_sは、以下の式1、式2で求められる。なお、以下の式では、ハーフミラー6での損失を無視している。

【0039】

$$P_p = R_p \times (1 - R_p) \quad (式1)$$

$$P_s = R_s \times (1 - R_s) \quad (式2)$$

10

【0040】

一方、R_s = 1 - R_pになることから、TDIカメラ11a、11bへ向かうレーザ光L9のパワーは以下の式で表される。

【0041】

$$P_p + P_s = 2.0 \times R_p \times (1 - R_p) \quad (式3)$$

【0042】

従って、レーザ光L9がハーフミラー6に入射する前のレーザ光L4のパワーに対する割合(以下、伝達効率と呼び、で表す。)は以下の式4で表される。

【0043】

$$= R_p \times (1 - R_p) \quad (式4)$$

20

【0044】

式4はR_p = 0.50の時に最大値0.25が得られる。これがハーフミラーを用いた本実施例における理論最大値である。従って、前述した実施例のように、反射率や透過率が50%から離れると、伝達効率が低下していく。このことから、反射率や透過率は出来る限り50%に近い方が好ましい。しかし一般にP波は、光学材を透過しやすい。このため、実際に製作できるハーフミラーにおいては、R_pを50%程度まで高めることは難しい。よって、R_pは30%程度になってしまう。

【0045】

また、一般的なマスク検査装置と同様、パターン面8bがTDIカメラ11aに投影されるように、対物レンズ7と投影レンズ9とを配置させている。本実施形態では、TDIカメラ11aの直前に空間分割ミラー10を配置している。よって、TDIカメラ11bに対しても、パターン面8bが投影されるようになっている。従って、パターン面8bにおいて隣接した異なる領域に照射される直交した直線偏光(すなわちP波とS波)のレーザ光L8が、2台TDIカメラ11a、11bのそれぞれに投影させることができる。

30

【0046】

以上に説明したように、本発明の検査装置では、直交する2つの直線偏光のレーザ光のそれぞれでマスク上の異なる領域を照明することができる。さらに、それぞれの領域を、異なる2台のTDIカメラのそれぞれで観察できるようになっている。したがって、パターン面8bが、直交する縦方向と横方向のパターンで構成されている場合、それぞれのパターンに平行な方向の偏光方向を有する反射照明で検査することができる。例えば、マスク8の縦横パターンと偏光方向が平行になるように照明する。これにより、高いコントラストで撮像でき、検査感度が向上する。

40

【0047】

図1、及び図3に示すように、一方のTDIカメラ11aでP波での照明領域を検査し、他方のTDIカメラ11bでS波での照明領域を検査する。TDIカメラ11a、11bによる検査領域は、照明領域に含まれる。すなわち、照明領域は検査領域よりも大きくなっている。上記のように照明することで、高いコントラストで撮像することができる。これにより、検査感度が向上し、正確に検査することができる。よって、生産性を向上することができる。また、S波の照明による検査領域とP波の照明による検査領域での光量を略等しくすることができる。

50

【0048】

図1、あるいは図2に示したEUVマスク検査装置では、1/2波長板4を光路の半分に配置することでS波とP波とに分割している。1/2波長板4をパターン面8bと共に位置に配置している。しかしながら、異なる光学的構成で、レーザ光をP波とS波に分割することも可能である。P波とS波が含まれるレーザ光L4を形成する場合の異なる光学的構成について図4を用いて説明する。

【0049】

ここでは、レーザ光L3をP波として、先ずハーフミラー6bに入射させる。これにより、レーザ光L3が透過と反射とでパワー的に2分割される。すなわち、ハーフミラー6bは照明光を2本の光ビームに分割する。ハーフミラー6bを透過したP波であるレーザ光L12は1/2波長板4bを通過するため、S波に変換される。このS波はミラー3c、3dで反射する。ハーフミラー6bで分岐されたレーザ光L12の全体が1/2波長板4bを通過する。よって、1/2波長板4bによって、レーザ光L12全体の偏光状態が変化する。

10

【0050】

一方、ハーフミラー6bで反射したP波のレーザ光L13はミラー3bで反射する。ミラー3bで反射したレーザ光L13は、ミラー3dの近傍を通過する。このレーザ光L13は、図4のようにミラー3dで反射したS波に近接して平行に進む。これによって、直交した2方向の直線偏光の近接したレーザ光L4が形成される。また、ミラー3dによって2本のレーザ光を近接させる光学位置を視野絞りの位置とすればよい。すなわち、ミラー3dをパターン面8bと共に位置に配置する。

20

【0051】

本実施形態の特徴としては、1/2波長板4bが、レーザ光L12のビーム断面より大きな通常の円形の1/2波長板を利用できる。そして、1/2波長板4bを回転させることで、結晶軸方向の微調整を行える特長がある。図4で示した光学的な構成を図1で示した1/2波長板4の代わりに配置すればよい。

20

【0052】

上記のように、検査装置は、直線偏光のレーザ光が発生する検査光源と、少なくとも1枚の1/2波長板と、少なくとも1枚のハーフミラー、少なくとも1枚の空間分割ミラー、及び2台のTDIRカメラ等の撮像素子（なお、以下の説明では、これらを代表してTDIRカメラと表現する。）を備えている。そして、これらが以下のように光学的配置となっている。

30

【0053】

先ず検査光源から取りだされる1本のレーザ光を2分割して、片方のみを1/2波長板に通過させている。よって、互いに直交した偏光方向で近接した2本のレーザ光を形成することができる。これらを同一のハーフミラーに入射させる。ハーフミラーはPBSとは異なり、入射光が直線偏光であって、その直線偏光がどの方向の偏光方向であっても、反射と透過とが同時に起こる。このことから、少なくとも一部を対物レンズへ向かわせることができ、対物レンズを通過させてマスクを照射できる。

40

【0054】

互いに直交した偏光方向で近接した2本のレーザ光を形成させる光学的な位置を、マスクのパターン面と共にしている。これにより、対物レンズを含む投影光学系によって、互いに直交した偏光方向で近接した2本のレーザ光を形成させる光学位置が、パターン面に投影されるようになる。つまり、パターン面においては、互いに直交した2つの直線偏光のレーザ光が、近接した異なる照明領域に照射されることになる。例えば、図3に示すように対物レンズ7の視野内において、左側半分がP波で証明され、右側半分がS波で照明される。よって、パターンが縦横方向のいずれであっても、レーザ光が、パターン幅内を効率良く進むことができるようになる。

【0055】

次に、パターン面からの反射光は、対物レンズ7を通ってから、再度ハーフミラー6に

50

入射する。最初にレーザ光がハーフミラー 6 に入射してくる方向とは異なる方向にも進ませることができる。したがって、その方向に 2 台の T D I カメラ 11 a、11 b を配置すればよい。この際に、一般的なマスク検査装置と同様に、パターン面が、2 台の T D I カメラ 11 a、11 b の一方に投影されるように、対物レンズ 7 と投影レンズ 9 とを配置すれば良い。さらに、その T D I カメラ 11 a、11 b の直前に空間分割ミラー 10 を配置して、レーザ光を分割させてもよい。こうすることで、もう一方の T D I カメラ 11 a、11 b もレーザ光を到達させることができる。よって、2 台の T D I カメラにパターン面を投影できる。これによって、パターン面において隣接した異なる領域に照射される各々の直線偏光の照明光の反射光を、2 台 T D I カメラの各々に到達させることができる。また、反射光の拡がり角を小さくすることで、空間分割ミラー 10 をパターン面 8 b と共に位置以外に配置することも可能である。

10

【0056】

以上のように本発明では、直交する直線偏光の 2 本のレーザ光のそれぞれで、パターン面における隣接した照明領域をそれぞれ照明している。そして、隣接する照明領域の光学像を異なるカメラで撮像している。こうすることで得られる各々の光学像を、異なる 2 台のカメラの各々で観察している。試料である E U V マスクに入射するレーザ光は、直交する偏光方向のレーザ光となっている。すなわち、対物レンズ 7 の視野の片側半分が第 1 の方向の直線偏光で照明され、もう片側半分が第 1 の方向と直交する第 2 の方向の直線偏光で照明される。よって、パターンが縦横方向のいずれであっても、レーザ光が、パターン幅内を効率良く進むことができるようになる。すなわち、いずれか一方のレーザ光の偏光方向はパターンに沿った方向となる。換言すると、直線偏光の偏光軸がパターンの方向に沿うように照明する。これにより、パターン形状を高いコントラストで撮像することができる。

20

【0057】

実施の形態 2 .

次に本発明にかかる実施形態 2 について、図 5 を用いて詳細説明する。図 5 は E U V マスク検査装置における光学系の一部を示した構成図である。なお、E U V マスク検査装置において、図 1 に示した検査装置と同等のものに関しては、同一の符号を付してある。したがって、その詳細については説明を適宜省略する。

30

【0058】

本実施の形態ではハーフミラー 6 の代わりに P B S (偏光ビームスプリッタ) 20 が用いられている。P B S 20 は入射光の偏光状態に応じて光を反射または透過させる。さらに、3 枚の 1 / 4 波長板 5 a、5 b、5 c が追加されている。1 / 4 波長板 5 a は、レンズ 1 d と P B S 20 の間に配置されている。1 / 4 波長板 5 b は、対物レンズ 7 と P B S 20 との間に配置されている。1 / 4 波長板 5 c は、投影レンズ 9 と P B S 20 の間に配置されている。

【0059】

実施形態 1 と同様に、レーザ光 L 3 は、そのビーム断面の半分のみが 1 / 2 波長板 4 を通過している。1 / 2 波長板 4 を通過した直後のレーザ光 L 4 は、互いに直交した偏光方向で近接した 2 本のレーザ光が並んだようになっている。そこでこれらを S 波と P 波に分けられる。これら S 波、P 波が混ざったレーザ光 L 4 は、1 / 4 波長板 5 a を通過する。こうすることで、S 波、P 波はどちらも円偏光なる。ただし、1 / 4 波長板 5 a の結晶軸方向が、前記 S 波、及び P 波の偏光方向から 45 度回転した角度に設置されている。これによって、S 波、及び P 波は、左回りの円偏光 (左円偏光と示す。) と右回りの円偏光 (右円偏光と示す。) に変換される。なお、ここでは S 波、P 波という表現を用いるが、単に偏光方向が直交する 2 種の光を区別するために用いている。

40

【0060】

本実施例では、図 1 に示された E U V マスク検査装置で利用したハーフミラーは利用せずに、その代わりに P B S 20 を用いている。円偏光は一般に P B S を用いると、透過と反射とで容易にパワー的にほぼ正確に 2 分割できる。このことから、これらの左円偏光と

50

右円偏光とを含むレーザ光 L 5 b は、どちらも約半分のパワーが P B S 2 0 で反射する。これにより、左円偏光と右円偏光の両方を対物レンズ 7 に向かわせることができる。ただし、対物レンズ 7 に入射する手前で 1 / 4 波長板 5 b を通過する。このため、左円偏光及び右円偏光は、再び直線偏光に変換される。この際に P 波と S 波のように直交する 2 つの偏光方向を有するレーザ光 L 7 b に戻される。これら S 波と P 波とが、対物レンズ 7 を通過して、パターン面 8 b を照射することになる。

【 0 0 6 1 】

また、1 / 2 波長板 4 の光学的な位置は、E U V マスク 8 のパターン面に共役な光学位置になっている。すなわち前記互いに直交した偏光方向（P 波、S 波と称している）で近接した 2 本のレーザ光 L 4 を形成させる位置は、E U V マスク 8 のパターン面 8 a に共役な光学位置、すなわち一般に視野絞りが配置される位置になっている。つまり対物レンズ 7 と、レンズ 1 d とで形成される投影光学系によって、直交した偏光方向で近接した 2 本のレーザ光を形成させる位置が、パターン面 8 b に投影されるからである。これによって、パターン面 8 b においては、互いに直交した 2 つの直線偏光のレーザ光 L 8 （すなわち P 波と S 波）が、近接した異なる領域に照射されるようになる（図 4 参照）。

10

【 0 0 6 2 】

次に、パターン面 8 b からの反射光について説明する。この反射光は P 波と S 波とが合わさった偏光状態になっている。そして、反射光は、対物レンズ 7 を通過してから、再び 2 枚目の 1 / 4 波長板 5 b を通過する。このことから、レーザ光 L 7 b は再び円偏光に変換される。なお、この円偏光は、右円偏光と左円偏光とが合わさった偏光状態になっている。上方に進むレーザ光 L 7 b は円偏光であるため、P B S 2 0 で半分のパワーは透過する。P B S 2 0 を透過した円偏光のレーザ光 L 9 b は、3 枚目の 1 / 4 波長板 5 c を通過する。このことから、レーザ光 L 1 0 は再び直線偏光に変換される。その際に、P 波と S 波とが合わさった偏光状態になっている。

20

【 0 0 6 3 】

また、図 1 に示した実施形態 1 と同様に、2 台の T D I カメラ 1 1 a、1 1 b の直前に空間分割ミラー 1 0 を配置させている。こうすることで、パターン面 8 b において隣接した異なる照明領域（すなわち P 波と S 波が照射される照明領域）を、2 台の T D I カメラ 1 1 a、1 1 b のそれぞれに投影させることができる。なお、空間分割ミラー 1 0 の代わりに P B S を用いても、S 波と P 波を分岐してもよい。

30

【 0 0 6 4 】

本実施形態の E U V マスク検査装置では、従来のマスク検査装置と同様、ハーフミラー 6 の代わりに P B S 2 0 を用いている。よって、従来のマスク検査装置の光学系の基本構成をほとんど変えず、1 / 4 波長板を 2 枚追加するだけで利用できる。つまり、P B S 2 0 を入射させる際に円偏光に変換させており、これによって左円偏光でも右円偏光でもほぼ 5 0 % の反射率（つまり透過率もほぼ 5 0 %）にできる。ここで、E U V マスク 8 での反射率を 1 0 0 % と仮定する。T D I カメラ 1 1 a、1 1 b へ向かうレーザ光 L 9 b のパワーとしては、P B S 2 0 に入射する直前のレーザ光 L 5 b のパワーの約 5 0 % の自乗、つまり約 2 5 % になる。このことから、前述した第一実施形態の検査装置の場合の伝達効率の約 2 1 % よりパワーアップする。つまり、ハーフミラーを用いた場合の伝達効率の理論最大値が得られる。なお、パワーアップさせる代わりに、検査光源のレーザ装置のパワーを下げて動作させることができ、レーザ装置内の光学部品等の寿命を延ばすことができる。

40

【 0 0 6 5 】

実施の形態 3 ．

次に本発明の E U V マスク検査装置の第三の実施形態について、図 6 を用いて説明する。図 6 に示された検査装置では、基本的構成は図 1 に示した検査装置と同じである。本実施形態では、ハーフミラーと、これに入射させる手法が実施の形態 1 と異なっている。ここでは、実施の形態 1 で示したハーフミラー 6 の代わりに、ハーフミラー 3 1 とミラー 3 0 が設けられている。したがって、他の構成については、適宜説明を省略する。

50

【0066】

先ず S 波と P 波とが混ざったレーザ光 L 4 は、レンズ 1 d を通過後、ミラー 3 0 に入射する。ミラー 3 0 は、入射したレーザ光 L 4 を反射する。ミラー 3 0 で折り返されたレーザ光 L 3 0 は、ハーフミラー 3 1 に入射する。このハーフミラー 3 1 は、表面がノーコートで、裏面に反射防止膜がコーティングされた薄い石英板である。このハーフミラー 3 1 に対して、約 83 度の大きな角度でレーザ光 L 3 0 を入射させている。

【0067】

図 7 にハーフミラーの特性を示す。図 7 は、ハーフミラー 3 1 の入射角と反射率の関係を示すグラフである。図 7 に示したハーフミラー 3 1 の特性（つまり、石英板のノーコート面での反射率特性）から判るように、入射角約 83 度の場合、P 波の反射率は約 35 % 10 、S 波の反射率は約 65 % となっている。このように、ハーフミラー 3 1 に対して斜めにレーザ光を入射させることで、高い反射率で P 波、及び S 波を対物レンズ 7 に入射することができる。

そして、実施の形態 1 と同様に、レーザ光 L 7 は、対物レンズ 7 で集光されて、EUV マスク 8 に入射する。EUV マスク 8 で反射したレーザ光 L 7 は、対物レンズ 7 を介して、ハーフミラー 3 1 に入射する。

【0068】

その結果、ハーフミラー 3 1 を再び通過した後のレーザ光 L 9 において、S 波に関しては、最初に入射する際の反射率が約 65 % 、再び入射する際の透過率は約 35 % となることから、約 23 % (= 0.65 × 0.35) となる。一方、P 波に関しては、最初に入射する際の反射率が約 35 % 、再び入射する際の透過率は約 65 % となることから、こちらも約 23 % (= 0.35 × 0.65) となる。20

【0069】

以上のように本実施の形態にかかる検査装置では、ハーフミラー 3 1 への入射角を大きくとれるような構成にしている。具体的には、ハーフミラー 3 1 に対する照明光の入射角度を 80 度以上とすることが好ましい。これにより、ノーコートの石英板を適用できるようになり、高価になるコーティングが不要となる。よって、部品コストを低減することができる。

【0070】

実施の形態 4 .

次に、実施形態 4 にかかる検査装置について、図 8 を用いて説明する。図 8 に示された検査装置の基本的構成は図 1 に示した検査装置と同じである。本実施形態では、ハーフミラーと、これに入射させる手法が実施形態 1 と異なる。

【0071】

本実施の形態では、実施の形態 1 で示したハーフミラー 6 の位置に、ハーフミラー 4 0 を配置している。第 1 のハーフミラー 4 0 は、照明光を分岐して第 1 のビームと、第 1 の光ビームとは異なる方向に伝搬する第 2 の光ビームを生成する。また、実施の形態 1 で示した 1 / 2 波長板 4 の位置に、ミラー 4 0 c を配置している。さらに、ハーフミラー 4 0 を通過した光を利用するため、ミラー 4 0 a 、ミラー 4 0 b 、1 / 2 波長板 4 、レンズ 1 e 等を配設している。40

【0072】

先ず、P 波のみの直線偏光であるレーザ光 L 4 は、視野絞りの位置を通過後、レンズ 1 d に入射する。視野絞りの位置には、ミラー 4 0 c が配置されている。ミラー 4 0 c は光路と近接して配置されている。ミラー 4 0 c は、レーザ光 L 4 をほとんど遮らない。したがって、レーザ光 L 4 はミラー 4 0 c の近傍を通って、レンズ 1 d に入射する。レーザ光 L 4 はレンズ 1 d を通過後、ハーフミラー 4 0 に入射する。レーザ光 L 4 は、ハーフミラー 4 0 によって反射と透過に 2 分割される。すなわち、ハーフミラー 4 0 で反射した第 1 の光ビームと、ハーフミラー 4 0 を透過した第 2 の光ビームとが生成される。反射したレーザ光 L 7 (第 1 の光ビーム) は実施形態 1 と同様に、対物レンズ 7 を通り、EUV マスク 8 のパターン面 8 b を照射する。このレーザ光 L 4 は、図 3 で示した P 波の照明領域に

入射する。

【0073】

一方、ハーフミラー40を透過したレーザ光L40(第2の光ビーム)は、ミラー40a、40b、40c等によって再利用される。具体的には、ハーフミラー40を透過したレーザ光L40は、ミラー40a、40bで反射して、1/2波長板4を通過する。1/2波長板4を通過したレーザ光L41はS波に変換される。そして、レーザ光L40は、レンズ1eを通ってから、再び視野絞りの位置に配置されたミラー40cに入射する。レーザ光L40は、ミラー40cで反射してレンズ1dを通り、ハーフミラー40に入射する。ハーフミラー40では、約50%が反射する。ハーフミラー40で反射した対物レンズ7を通って、EUVマスク8のパターン面8bを照射する。ミラー40cは、EUVマスク8と共に位置に配置されている。そして、ミラー40cで第2の光ビームが反射されることで、第2の光ビームは、1/2波長板4で偏光状態が変化した後、ミラー40c及びハーフミラー40を介してEUVマスク8に入射する。この第2の光ビームは、図3で示したS波による照明領域に入射する。

10

【0074】

本実施形態におけるハーフミラー40の特性としては、S波に対する反射率と透過率は約50%である。また、P波の反射率は約25%(透過率は約75%)になっている。これらの反射率を選んだ理由は後述する。また、最初のレーザ光L3のパワーを1とする。さらに、EUVマスク8での反射率を100%と仮定する。TDIカメラ11a、11bに向かうレーザ光L10を構成するP波のパワーとしては、レーザ光L3のパワーに対する約25%と約75%の積の約19%となる。一方、S波のパワーとしては、レーザ光L3のパワーの約75%のレーザ光L40の約50%の、さらに約50%となる。したがって、S波のパワーは、やはり約19%となる。その結果、レーザ光L10を構成するP波とS波の両方のパワーの合計としては約38%となり、実施の形態1、2、3で示した構成における伝達効率の理論的最大値25%よりも高くできることが、本実施例の特長である。

20

【0075】

ここで、本実施例の伝達効率を補足説明する。ハーフミラー40におけるP波、S波の反射率をそれぞれR_p、R_sとして、仮にEUVマスクのパターン面での反射率を100%と仮定する。さらに、ハーフミラー40に入射する前のレーザ光L3のパワーを1.0とする。TDIカメラ11a、11bへ向かうレーザ光L10におけるP波のパワーP_p及びS波のパワーP_sは以下の式で求められる。

30

【0076】

$$P_p = R_p \times (1 - R_p) \quad (式5)$$

$$P_s = (1 - R_p) \times R_s \times (1 - R_s) \quad (式6)$$

ただし、P_pとP_sとを等しくする必要があるため、下記の式が成立する。

$$R_p = R_s \times (1 - R_s) \quad (式7)$$

すなわちR_pはR_sの関数であるため、P_pもR_sで表すと、下記のようになる。

$$P_p = R_s \times (1 - R_s) \times (1 - R_s + R_s^2) \quad (式8)$$

40

これをグラフに表すと図9に示したようになる。R_s=0.50においてP_pが最大値を取り(この場合、R_p=0.25となる。)、P_p=0.1875になる。従って、P_pとP_sの和は0.375であるため、伝達効率の理論最大値は約38%となる。

【0077】

その他の実施の形態

なお、上記の説明では検査を行う試料がEUVマスク8であるとして説明したが、試料はEUVマスク8に限られるものではない。例えば、試料はパターン基板であればよい。さらに、上記の実施形態では、TDIカメラ11a、11bを用いて、検査領域を撮像したが、TDIカメラ以外の光検出器(カメラ)を用いて撮像してもよい。このように、反射照明光学系51を用いて検査する検査装置に好適である。

【0078】

50

さらに、EUVマスク8を照明する直線偏光の偏光方向は直交する方向に限られるものではない。すなわち、異なる2つの方向で照明するようすればよい。また、偏光方向をパターンに沿うようにすることが好ましい。すなわち、偏光方向をパターンの方向と平行にすることが好ましい。

【0079】

また、上述の検査装置はEUVマスクの検査に限らず、パターンを有するパターン基板であれば利用することができる。例えば、検査の対象となる試料としては、フォトマスクの他、カラーフィルタ基板などを挙げることができる。

【0080】

上記の検査装置を用いてフォトマスクを検査し、フォトマスクの欠陥を検出する。そして、フォトマスクの欠陥を修正することによって、欠陥のないフォトマスクが製造される。これにより、フォトマスクの生産性を向上することができる。このような欠陥のないフォトマスクを用いて、感光性樹脂を有する基板を露光する。そして、露光された基板を現像液で現像する。これにより、感光性樹脂を精度よくパターニングすることができる。よって、感光性樹脂がパターニングされたパターン基板を生産性よく製造することができる。さらに、感光性樹脂がレジストである場合、パターニングされた感光性樹脂を介して導電膜や絶縁膜をエッチングする。これにより、配線基板、回路基板などのパターン基板の生産性を向上することができる。

10

【符号の説明】

【0081】

20

- 1 a レンズ
- 1 b レンズ
- 1 c レンズ
- 1 d レンズ
- 1 e レンズ
- 2 ホモジナイザー
- 3 a ミラー
- 3 b ミラー
- 3 c ミラー
- 3 d ミラー
- 4 1 / 2 波長板
- 4 b 1 / 2 波長板
- 5 a 1 / 4 波長板
- 5 b 1 / 4 波長板
- 5 c 1 / 4 波長板
- 6 ハーフミラー
- 6 a ハーフミラー
- 7 対物レンズ
- 8 EUVマスク
- 8 b パターン面
- 9 投影レンズ
- 10 空間分割ミラー
- 11 a TDIカメラ
- 11 b TDIカメラ
- 20 PBS
- 30 ミラー
- 31 ハーフミラー
- 40 ハーフミラー
- 40 a ミラー
- 40 b ミラー

30

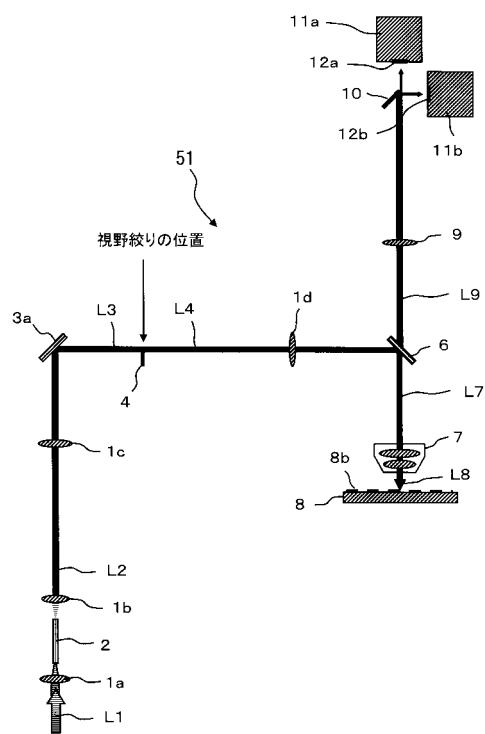
40

50

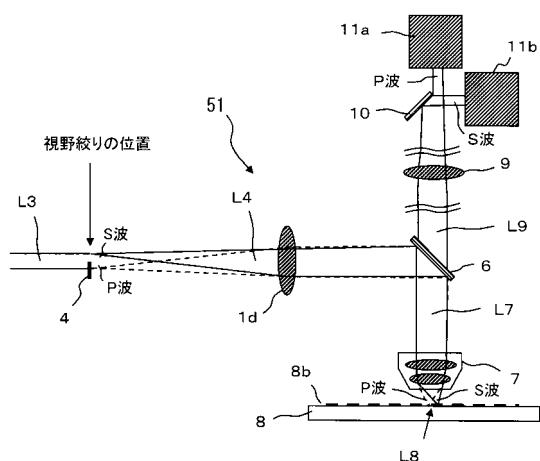
40c ミラー

51 反射照明光学系

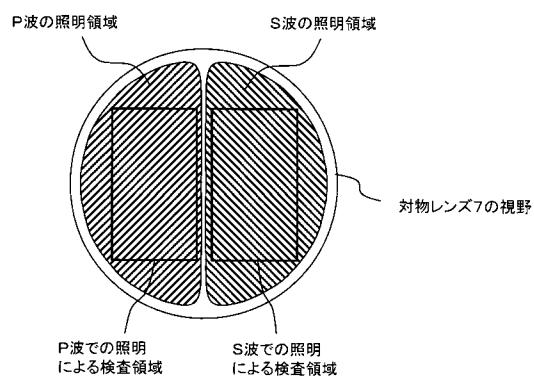
【図1】



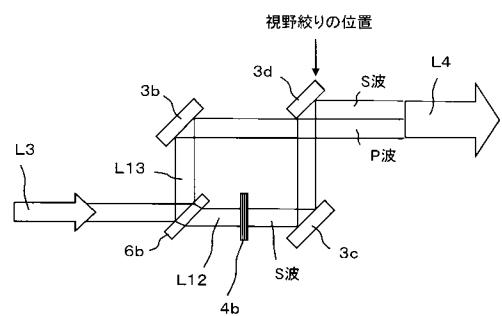
【図2】



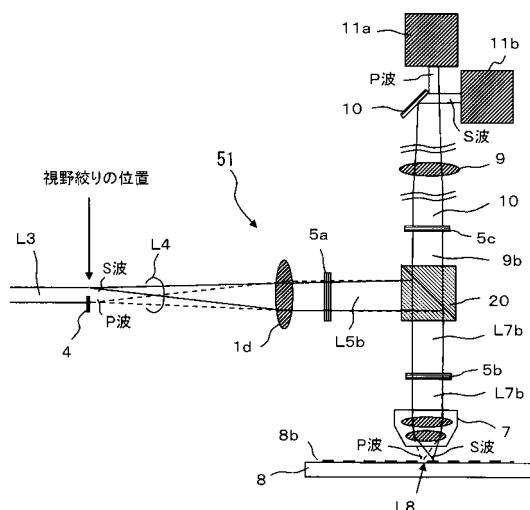
【図3】



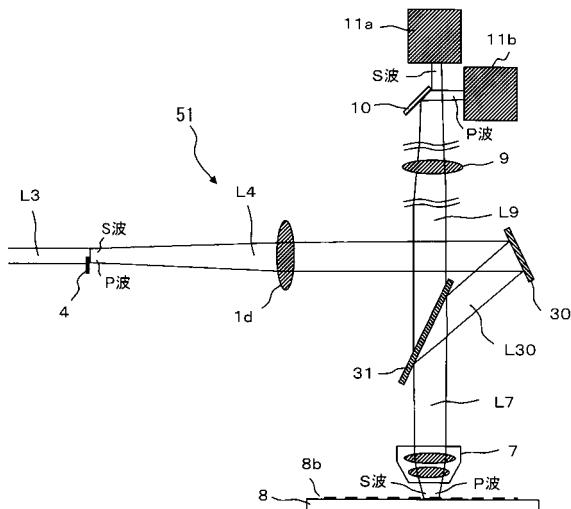
【図4】



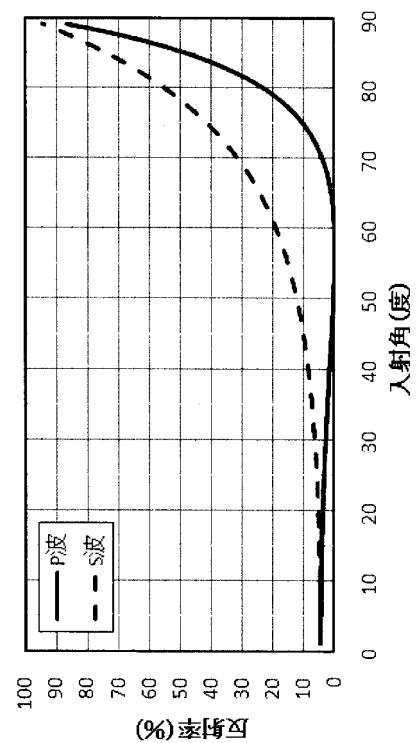
【図5】



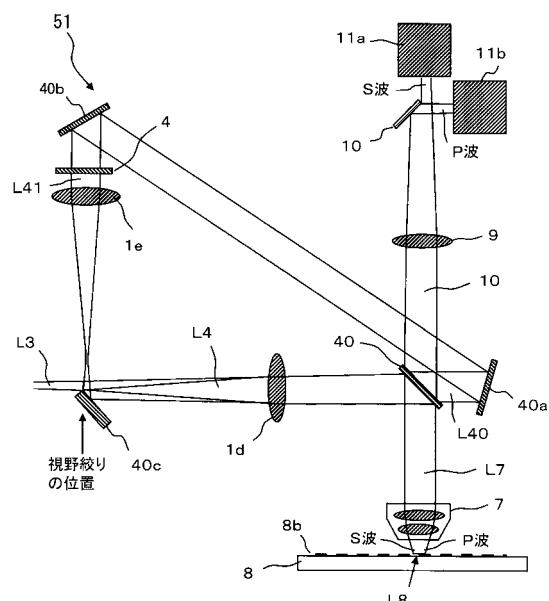
【図6】



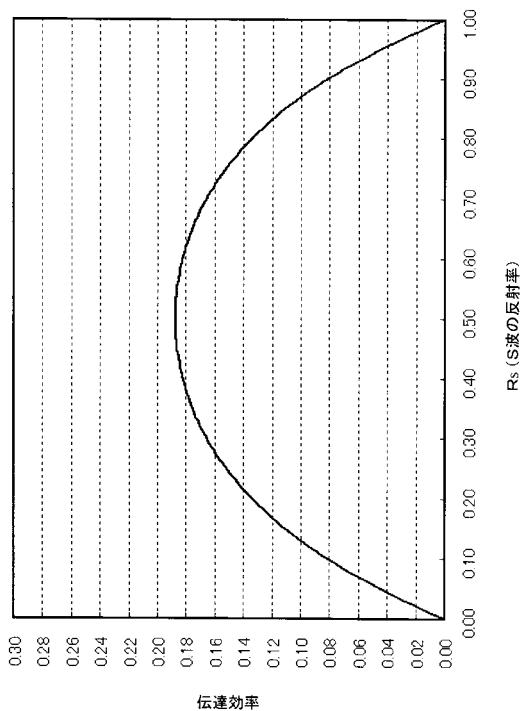
【図7】



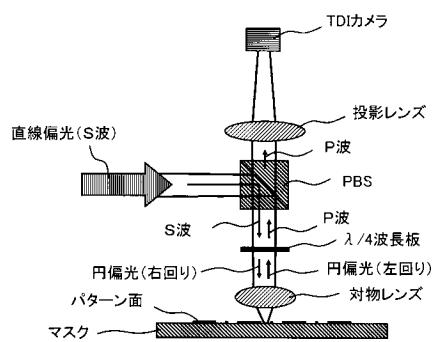
【図 8】



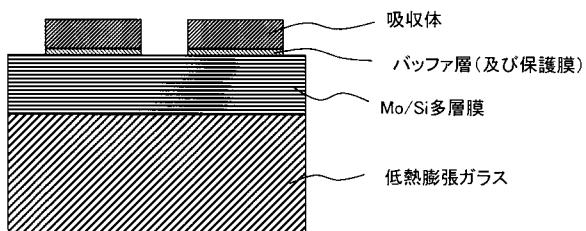
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【手続補正書】

【提出日】平成22年7月1日(2010.7.1)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

対物レンズと、

試料と共に位置に配置され、一部の照明光の偏光状態を変化させる第1の1/2波長板と、前記第1の1/2波長板から前記対物レンズまでの間に配置され、前記試料で反射した反射光が前記対物レンズを介して入射する第1の光分岐手段と、を有し、前記対物レンズの視野の一部である第1の領域を第1の偏光方向の直線偏光で照明し、前記対物レンズの視野内において前記第1の領域と異なる第2の領域を前記第1の偏光方向と直交する第2の偏光方向の直線偏光で照明する反射照明光学系と、

前記第1の領域において、前記試料で反射した反射光を検出する第1検出器と、

前記第2の領域において、前記試料で反射した反射光を検出する第2検出器と、を備える検査装置。

【請求項2】

前記第1の1/2波長板が光路の半分に挿入されている請求項1に記載の検査装置。

【請求項3】

前記第1の光分岐手段が偏光状態に応じて光を反射する偏光ビームスプリッタであり、前記反射照明光学系が、

前記波長板と前記偏光ビームスプリッタとの間に設けられ、照明光を円偏光にする第1の1/4波長板と、

前記対物レンズと偏光ビームスプリッタの間に設けられ、前記第1の1/4波長板によって円偏光になった照明光を直線偏光にする第2の1/4波長板と、

前記偏光ビームスプリッタから前記第1及び第2光検出器までの間に設けられ、前記第1及び第2光検出器に入射する反射光を直線偏光にする第3の1/4波長板と、を備える請求項1、又は2に記載の検査装置。

【請求項4】

反射照明光学系によって、対物レンズの視野の一部である第1の領域を第1の方向の直線偏光で、照明するステップと、

前記反射照明光学系によって、前記対物レンズの視野内において前記第1の領域と異なる第2の領域を前記第1の偏光方向と直交する第2の偏光方向の直線偏光で、照明するステップと、

前記第1の領域において前記試料で反射した反射光を、前記対物レンズを介して第1検出器で検出するステップと、

前記第2の領域において前記試料で反射した反射光を、前記対物レンズを介して第2検出器で検出するステップと、を備え、

前記反射照明光学系が試料と共に位置に配置され、一部の照明光の偏光状態を変化させる第1の1/2波長板と、前記第1の1/2波長板から前記対物レンズまでの間に配置され、前記試料で反射した反射光が前記対物レンズを介して入射する第1の光分岐手段と、を有している検査方法。

【請求項5】

前記第1の方向、及び前記第2の方向の少なくとも一方が前記試料に設けられたパターンに沿っていることを特徴とする請求項4に記載の検査方法。

【請求項6】

請求項4、又は5に記載の検査方法により、フォトマスクを検査する検査ステップと、

前記検査ステップによって検査されたフォトマスクの欠陥を修正する欠陥修正ステップと、

前記欠陥修正ステップで修正されたフォトマスクを介して基板を露光する露光ステップと、

前記露光された基板を現像する現像ステップと、を有するパターン基板の製造方法。

【手続補正書】

【提出日】平成22年10月5日(2010.10.5)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

対物レンズと、

試料と共に位置に配置され、一部の照明光の偏光状態を変化させる第1の1/2波長板と、前記第1の1/2波長板から前記対物レンズまでの間に配置され、前記試料で反射した反射光が前記対物レンズを介して入射する第1の光分岐手段と、を有し、前記対物レンズの視野の一部である第1の領域を第1の偏光方向の直線偏光で照明し、前記対物レンズの視野内において前記第1の領域と異なる第2の領域を前記第1の偏光方向と直交する第2の偏光方向の直線偏光で照明する反射照明光学系と、

前記第1の領域において、前記試料で反射した反射光を検出する第1検出器と、

前記第2の領域において、前記試料で反射した反射光を検出する第2検出器と、を備え

前記第1の光分岐手段が偏光状態に応じて光を反射する偏光ビームスプリッタであり、前記反射照明光学系が、

前記第1の1/2波長板と前記偏光ビームスプリッタとの間に設けられ、照明光を円偏光にする第1の1/4波長板と、

前記対物レンズと偏光ビームスプリッタの間に設けられ、前記第1の1/4波長板によって円偏光になった照明光を直線偏光にする第2の1/4波長板と、を備える検査装置。

【請求項2】

前記偏光ビームスプリッタから前記第1及び第2光検出器までの間に設けられ、前記第1及び第2光検出器に入射する反射光を直線偏光にする第3の1/4波長板と、を備える請求項1に記載の検査装置。

【請求項3】

前記第1の1/2波長板が光路の半分に挿入されている請求項1又は2に記載の検査装置。

【請求項4】

対物レンズと、

試料と共に位置に配置され、一部の照明光の偏光状態を変化させる第1の1/2波長板と、前記第1の1/2波長板から前記対物レンズまでの間に配置され、前記試料で反射した反射光が前記対物レンズを介して入射する第1の光分岐手段と、を有し、前記対物レンズの視野の一部である第1の領域を第1の偏光方向の直線偏光で照明し、前記対物レンズの視野内において前記第1の領域と異なる第2の領域を前記第1の偏光方向と直交する第2の偏光方向の直線偏光で照明する反射照明光学系と、

前記第1の領域において、前記試料で反射した反射光を検出する第1検出器と、

前記第2の領域において、前記試料で反射した反射光を検出する第2検出器と、を備え

前記第1の1/2波長板が光路の半分に挿入されている検査装置。

【請求項5】

反射照明光学系によって、対物レンズの視野の一部である第1の領域を第1の方向の直線偏光で、照明するステップと、

前記反射照明光学系によって、前記対物レンズの視野内において前記第1の領域と異なる第2の領域を前記第1の偏光方向と直交する第2の偏光方向の直線偏光で、照明するステップと、

前記第1の領域において前記試料で反射した反射光を、前記対物レンズを介して第1検出器で検出するステップと、

前記第2の領域において前記試料で反射した反射光を、前記対物レンズを介して第2検出器で検出するステップと、を備え、

前記反射照明光学系が試料と共に位置に配置され、一部の照明光の偏光状態を変化させる第1の1/2波長板と、前記第1の1/2波長板から前記対物レンズまでの間に配置され、前記試料で反射した反射光が前記対物レンズを介して入射する第1の光分岐手段を備え、

前記第1の光分岐手段が偏光状態に応じて光を反射する偏光ビームスプリッタであり、前記反射照明光学系が、

前記第1の1/2波長板と前記偏光ビームスプリッタとの間に設けられ、照明光を円偏光にする第1の1/4波長板と、

前記対物レンズと偏光ビームスプリッタの間に設けられ、前記第1の1/4波長板によって円偏光になった照明光を直線偏光にする第2の1/4波長板と、を備える検査方法。

【請求項6】

前記偏光ビームスプリッタから前記第1及び第2光検出器までの間に設けられ、前記第1及び第2光検出器に入射する反射光を直線偏光にする第3の1/4波長板と、を備える請求項5に記載の検査方法。

【請求項7】

前記第1の1/2波長板が光路の半分に挿入されている請求項5又は6に記載の検査方法。

【請求項8】

反射照明光学系によって、対物レンズの視野の一部である第1の領域を第1の方向の直線偏光で、照明するステップと、

前記反射照明光学系によって、前記対物レンズの視野内において前記第1の領域と異なる第2の領域を前記第1の偏光方向と直交する第2の偏光方向の直線偏光で、照明するステップと、

前記第1の領域において前記試料で反射した反射光を、前記対物レンズを介して第1検出器で検出するステップと、

前記第2の領域において前記試料で反射した反射光を、前記対物レンズを介して第2検出器で検出するステップと、を備え、

前記反射照明光学系が試料と共に位置に配置され、一部の照明光の偏光状態を変化させる第1の1/2波長板と、前記第1の1/2波長板から前記対物レンズまでの間に配置され、前記試料で反射した反射光が前記対物レンズを介して入射する第1の光分岐手段を備え、

前記第1の1/2波長板が光路の半分に挿入されている検査方法。

【請求項9】

前記第1の方向、及び前記第2の方向の少なくとも一方が前記試料に設けられたパターンに沿っていることを特徴とする請求項5乃至8のうちいずれか1項に記載の検査方法。

【請求項10】

請求項5乃至9のうちいずれか1項に記載の検査方法により、フォトマスクを検査する検査ステップと、

前記検査ステップによって検査されたフォトマスクの欠陥を修正する欠陥修正ステップと、

前記欠陥修正ステップで修正されたフォトマスクを介して基板を露光する露光ステップ

と、

前記露光された基板を現像する現像ステップと、を有するパターン基板の製造方法。

【手続補正書】

【提出日】平成22年12月13日(2010.12.13)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

対物レンズと、

試料と共に位置に配置され、一部の照明光の偏光状態を変化させる第1の1/2波長板と、前記第1の1/2波長板から前記対物レンズまでの間に配置され、前記試料で反射した反射光が前記対物レンズを介して入射する第1の光分岐手段と、を有し、前記対物レンズの視野の一部である第1の領域を第1の偏光方向の直線偏光で照明し、前記対物レンズの視野内において前記第1の領域と異なる第2の領域を前記第1の偏光方向と直交する第2の偏光方向の直線偏光で照明する反射照明光学系と、

前記第1の領域において、前記試料で反射した反射光を検出する第1検出器と、

前記第2の領域において、前記試料で反射した反射光を検出する第2検出器と、を備え、

前記第1の光分岐手段が偏光状態に応じて光を反射する偏光ビームスプリッタであり、前記反射照明光学系が、

前記第1の1/2波長板と前記偏光ビームスプリッタとの間に設けられ、照明光を円偏光にする第1の1/4波長板と、

前記対物レンズと偏光ビームスプリッタの間に設けられ、前記第1の1/4波長板によって円偏光になった照明光を直線偏光にする第2の1/4波長板と、を備える検査装置。

【請求項2】

前記偏光ビームスプリッタから前記第1及び第2光検出器までの間に設けられ、前記第1及び第2光検出器に入射する反射光を直線偏光にする第3の1/4波長板と、を備える請求項1に記載の検査装置。

【請求項3】

前記第1の1/2波長板が光路の半分に挿入されている請求項1又は2に記載の検査装置。

【請求項4】

対物レンズと、

試料と共に位置に配置され、一部の照明光の偏光状態を変化させる第1の1/2波長板と、前記第1の1/2波長板から前記対物レンズまでの間に配置され、前記試料で反射した反射光が前記対物レンズを介して入射する第1の光分岐手段と、を有し、前記対物レンズの視野の一部である第1の領域を第1の偏光方向の直線偏光で照明し、前記対物レンズの視野内において前記第1の領域と異なる第2の領域を前記第1の偏光方向と直交する第2の偏光方向の直線偏光で照明する反射照明光学系と、

前記第1の領域において、前記試料で反射した反射光を検出する第1検出器と、

前記第2の領域において、前記試料で反射した反射光を検出する第2検出器と、を備え、

前記第1の1/2波長板が光路の半分に挿入されている検査装置。

【請求項5】

反射照明光学系によって、対物レンズの視野の一部である第1の領域を第1の偏光方向の直線偏光で、照明するステップと、

前記反射照明光学系によって、前記対物レンズの視野内において前記第1の領域と異なる

る第2の領域を前記第1の偏光方向と直交する第2の偏光方向の直線偏光で、照明するステップと、

前記第1の領域において試料で反射した反射光を、前記対物レンズを介して第1検出器で検出するステップと、

前記第2の領域において前記試料で反射した反射光を、前記対物レンズを介して第2検出器で検出するステップと、を備え、

前記反射照明光学系が試料と共に位置に配置され、一部の照明光の偏光状態を変化させる第1の1/2波長板と、前記第1の1/2波長板から前記対物レンズまでの間に配置され、前記試料で反射した反射光が前記対物レンズを介して入射する第1の光分岐手段を備え、

前記第1の光分岐手段が偏光状態に応じて光を反射する偏光ビームスプリッタであり、前記反射照明光学系が、

前記第1の1/2波長板と前記偏光ビームスプリッタとの間に設けられ、照明光を円偏光にする第1の1/4波長板と、

前記対物レンズと偏光ビームスプリッタの間に設けられ、前記第1の1/4波長板によって円偏光になった照明光を直線偏光にする第2の1/4波長板と、を備える検査方法。

【請求項6】

前記偏光ビームスプリッタから前記第1及び第2光検出器までの間に設けられ、前記第1及び第2光検出器に入射する反射光を直線偏光にする第3の1/4波長板と、を備える請求項5に記載の検査方法。

【請求項7】

前記第1の1/2波長板が光路の半分に挿入されている請求項5又は6に記載の検査方法。

【請求項8】

反射照明光学系によって、対物レンズの視野の一部である第1の領域を第1の偏光方向の直線偏光で、照明するステップと、

前記反射照明光学系によって、前記対物レンズの視野内において前記第1の領域と異なる第2の領域を前記第1の偏光方向と直交する第2の偏光方向の直線偏光で、照明するステップと、

前記第1の領域において試料で反射した反射光を、前記対物レンズを介して第1検出器で検出するステップと、

前記第2の領域において前記試料で反射した反射光を、前記対物レンズを介して第2検出器で検出するステップと、を備え、

前記反射照明光学系が試料と共に位置に配置され、一部の照明光の偏光状態を変化させる第1の1/2波長板と、前記第1の1/2波長板から前記対物レンズまでの間に配置され、前記試料で反射した反射光が前記対物レンズを介して入射する第1の光分岐手段を備え、

前記第1の1/2波長板が光路の半分に挿入されている検査方法。

【請求項9】

前記第1の偏光方向、及び前記第2の偏光方向の少なくとも一方が前記試料に設けられたパターンに沿っていることを特徴とする請求項5乃至8のうちいずれか1項に記載の検査方法。

【請求項10】

請求項5乃至9のうちいずれか1項に記載の検査方法により、フォトマスクを検査する検査ステップと、

前記検査ステップによって検査されたフォトマスクの欠陥を修正する欠陥修正ステップと、

前記欠陥修正ステップで修正されたフォトマスクを介して基板を露光する露光ステップと、

前記露光された基板を現像する現像ステップと、を有するパターン基板の製造方法。