

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第1区分

【発行日】平成23年2月10日(2011.2.10)

【公表番号】特表2010-515027(P2010-515027A)

【公表日】平成22年5月6日(2010.5.6)

【年通号数】公開・登録公報2010-018

【出願番号】特願2009-543279(P2009-543279)

【国際特許分類】

G 01 B 11/24 (2006.01)

G 01 B 9/02 (2006.01)

G 01 N 21/21 (2006.01)

G 01 N 21/45 (2006.01)

【F I】

G 01 B 11/24 D

G 01 B 9/02

G 01 N 21/21 Z

G 01 N 21/45 Z

【手続補正書】

【提出日】平成22年12月20日(2010.12.20)

【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】

対物レンズを備え、第1のモードにおいて、試験光による試験対象物の異なる照射角度に対応する複数の干渉計シグナルの第1のセットを生成し、第2のモードにおいて、試験対象物の異なる表面位置に対応する複数の干渉計シグナルの第2のセットを生成するよう動作すべく設定されている干渉計システムであって、第1および第2のモードにおいて試験対象物に光を導き試験対象物から光を集めるために前記対物レンズが用いられる、干渉計システムと、

同干渉計システムに連結されており、第1のセットの干渉計シグナルを受けるよう設定されるとともに、第1のセットの複数の干渉計シグナルから導き出される情報を試験対象物の複数のモデルに対応する情報と比較して、試験対象物の解像限界以下の1つ以上の特徴に関連した情報を決定し出力するようプログラムされている電子プロセッサとを備える装置。

【請求項2】

前記装置は第1のモードと第2のモードとの間で選択的に切り替わるよう設定されている、請求項1に記載の装置。

【請求項3】

前記装置は両方のモードで同時に測定を行うよう設定されている、請求項1に記載の装置。

【請求項4】

干渉計システムは少なくとも1つの電子検出器を備え、第1のモードにおいて前記検出器の異なる素子が、干渉計システムにおける試験光による試験表面の異なる照射角度に対応する、請求項1に記載の装置。

【請求項5】

第1のモードは1つ以上の選択された偏光についての角度および波長の範囲にわたって試験表面の反射率を測定する偏光解析モードに対応する、請求項4に記載の装置。

【請求項6】

前記反射率は複素反射率である、請求項5に記載の装置。

【請求項7】

第1のモードは非偏光についての角度および波長の範囲にわたって試験表面の反射率を測定する反射率測定モードに対応する、請求項4に記載の装置。

【請求項8】

前記反射率は複素反射率である、請求項7に記載の装置。

【請求項9】

干渉計システムは、試験表面へ導いた試験光の瞳面を前記検出器へ結像させる、請求項4に記載の装置。

【請求項10】

干渉計システムは少なくとも1つの電子検出器を備え、第2のモードにおいて前記検出器の異なる素子が、干渉計システムにおける試験光によって照射される試験表面の異なる位置に対応する、請求項1に記載の装置。

【請求項11】

干渉計システムは前記検出器に試験表面を結像するよう設定されている、請求項10に記載の装置。

【請求項12】

第2のモードはプロファイリングモードである、請求項11に記載の装置。

【請求項13】

電子プロセッサは、第1および第2のセットの干渉計シグナルを受けるよう設定されるとともに、試験対象物についての情報を決定し、試験対象物についての同情報を出力するようプログラムされていることを含む、請求項1に記載の装置。

【請求項14】

電子プロセッサは、動作の一方のモードを使用する時、動作の他方のモードで導き出された情報をを利用して試験対象物についてのさらなる情報の決定を支援するようさらに設定されている、請求項13に記載の装置。

【請求項15】

電子プロセッサは、動作の第2のモードを使用する時、動作の第1のモードで決定された試験対象物の解像限界以下の特徴に関する情報をを利用して試験対象物についてのさらなる情報の決定を支援するよう設定されている、請求項14に記載の装置。

【請求項16】

電子プロセッサは、

i) 動作の第1のモードで決定された試験対象物の解像限界以下の特徴に関する情報に基づき試験対象物の複数のモデルを導き出すことと、

ii) 第2のセットの複数の干渉計シグナルから導き出される情報を、解像限界以下の特徴に関する情報に基づく試験対象物の前記複数のモデルに対応する情報と比較して、試験対象物に関するさらなる情報を決定し出力することと、を行うよう設定されている請求項14に記載の装置。

【請求項17】

前記さらなる情報は表面プロファイルである、請求項16に記載の装置。

【請求項18】

干渉計システムは、試験表面の非干渉光学像を測定する非干渉顕微鏡モードで選択的に動作するようさらに設定されている、請求項1に記載の装置。

【請求項19】

試験対象物は格子構造を含み、試験対象物の解像限界以下の1つ以上の特徴に関する前記情報は格子ピッチと格子の深さとのうちの1つを含む、請求項1に記載の装置。

【請求項20】

試験対象物は1つ以上の薄膜を含み、試験対象物の解像限界以下の1つ以上の特徴に関する前記情報は薄膜の厚さを含む、請求項1に記載の装置。

【請求項21】

試験対象物は限界寸法を特徴とする構造を含み、試験対象物の解像限界以下の1つ以上の特徴に関する前記情報は限界寸法を含む、請求項1に記載の装置。

【請求項22】

干渉計システムは、

対物レンズを備え、試験光を試験表面に導き、 続いて、干渉パターンを形成するように同試験光を参照光と合成し、試験光および参照光が共通の光源から引き出されるよう設定されている、干渉計と、

電子検出器と、

前記検出器の異なる領域が試験光による試験表面の異なる照射角度に対応するように、前記合成した光の少なくとも一部を前記検出器に導くよう設定されている1つ以上の光学部品とを備え、

干渉計システムは、前記検出器の異なる領域が試験光による試験表面の異なる照射角度に対応するように、前記合成した光を前記検出器に導く第1のモードと、前記検出器の異なる領域が試験光によって照射される試験表面の異なる照射角度に対応し、プロファイリングモードの動作を可能にする第2のモードとで動作するよう設定されている、請求項1に記載の装置。

【請求項23】

前記1つ以上の光学部品に対して前記検出器の位置を調節し、動作の第1のモードと第2のモードとを切り換えるよう設定されているステージをさらに備える、請求項22に記載の装置。

【請求項24】

前記検出器ステージに連結され、前記ステージに動作の第1のモードと第2のモードとを調節的に切り換えさせるよう設定されている、電子コントローラをさらに備える、請求項23に記載の装置。

【請求項25】

前記1つ以上の光学部品は、動作の第1のモードで動作するための1つ以上の光学部品の第1セットと、動作の第2のモードで動作するための1つ以上の光学部品の第2セットと、を含む、請求項22に記載の装置。

【請求項26】

第1および第2のセットの光学部品を支持するとともに、前記合成した光が前記検出器へ導かれる経路に調節可能に第1および第2のセットのうちの一方を配置し、かつ第1および第2のセットのうちの他方を配置しないようにして、第1のモードと第2のモードとを切り換えるよう設定されている、複数位置光学部品ホルダーをさらに備える、請求項25に記載の装置。

【請求項27】

複数位置光学部品レンズホルダーは電気で駆動されることと、前記装置は、複数位置光学部品ホルダーを選択的に動作の第1のモードと第2のモードとの間で切り換えるべく、電気で駆動される複数位置光学部品ホルダーに連結されている電子コントローラをさらに備えることと、を含む請求項26に記載の装置。

【請求項28】

第2のセットの1つ以上の光学部品と、前記合成した光の第1の部分を第1の光学部品に導き、前記合成した光の第2の部分を第2のセットの光学部品に導くように配置されたビーム・スプリッタと、第2の電子検出器とをさらに備え、第2のセットの光学部品は、第2の検出器の異なる領域が試験光によって照射される試験表面の異なる領域に対応するように、前記合成した光の第2の部分を第2の電子検出器に導くよう設定されている、請求項22に記載の装置。

【請求項29】

干渉計は、前記対物レンズを含む複数の対物レンズを支持し、選択された対物レンズを前記共通の光源からの入射光の前記経路に配置するよう設定されている複数位置マウントを備えることと、前記複数の対物レンズのうちの少なくとも1つは干渉対物レンズであることと、を含む請求項22に記載の装置。

【請求項30】

前記複数位置マウントは電気で駆動され、前記装置は、前記マウントが複数の対物レンズの間で選択的に切り換わるように複数位置マウントに連結されている電子コントローラをさらに備える、請求項29に記載の装置。

【請求項31】

前記複数の対物レンズは2つの異なる干渉対物レンズを含み、その一方のみが偏光光学部品を含む、請求項29に記載の装置。

【請求項32】

前記複数の対物レンズは、入射光の経路上に配置された場合に前記装置を非干渉顕微鏡モードで動作させる非干渉対物レンズを含む、請求項29に記載の装置。

【請求項33】

干渉計システムは走査型干渉計を備える、請求項4に記載の装置。

【請求項34】

前記プロセッサは、第1のセットの干渉計シグナルの1つ以上の干渉計シグナルを周波数ドメインに変換し、変換したシグナルに基づいて試験表面に関する角度分解情報および波長分解情報を抽出するよう設定されている、請求項33に記載の装置。

【請求項35】

前記情報は反射率を含む、請求項33に記載の装置。

【請求項36】

対物レンズを備える干渉計システムを動作の第1のモードで用い、試験光による試験対象物の異なる照射角度に対応する複数の干渉計シグナルの第1のセットを生成するステップと、

同じ干渉計システムを第2のモードで用い、試験対象物の異なる表面位置に対応する複数の干渉計シグナルの第2のセットを生成するステップと、

第1のセットの複数の干渉計シグナルから導き出される情報を試験対象物の複数のモデルに対応する情報と比較して試験対象物の解像限界以下の1つ以上の特徴に関する情報を決定するステップと、

前記情報を出力するステップとを含み、

干渉計システムを第1のモードおよび第2のモードで用いるステップは、前記対物レンズを用いて試験対象物に光を導き試験対象物から光を集めるステップを含む方法。

【請求項37】

試験対象物の解像限界以下の前記1つ以上の特徴は、試験対象物上の解像限界以下のパターン化された構造におけるピッチ、変調度、および要素幅のうちの1つ以上に対応する、請求項36に記載の方法。

【請求項38】

試験対象物の解像限界以下の前記1つ以上の特徴は、少なくとも試験対象物上の解像限界以下のパターン化された構造の変調度に相当する、請求項36に記載の方法。

【請求項39】

干渉計シグナルのうちの少なくとも一部は試験対象物への照射によって生じ、その偏光は解像限界以下のパターン化された構造の要素に対し配向される、請求項37に記載の方法。

【請求項40】

前記偏光は、解像限界以下のパターン化された構造を規定する個別の要素の長さに対して直角、平行、および45°のうちのいずれかで整合する直線偏光である、請求項39に記載の方法。

【請求項41】

試験対象物の解像限界以下の前記 1 つ以上の特徴が、試験対象物上の段差の高さおよび位置のうちの 1 つ以上に相当する、請求項 3 6 に記載の方法。

【請求項 4 2】

試験対象物は、個々の要素が不明瞭なパターン化された構造を含む、請求項 3 6 に記載の方法。

【請求項 4 3】

解像限界以下の特徴に関する前記情報は、前記パターン化された構造の変調度および要素幅のうちの 1 つ以上に相当する、請求項 4 2 に記載の方法。

【請求項 4 4】

前記モデルは、厳密結合波解析を用いてコンピューターにより生成される、請求項 3 6 に記載の方法。

【請求項 4 5】

前記モデルは、既知の特性を有する試験対象物から経験的に生成される、請求項 3 6 に記載の方法。

【請求項 4 6】

解像限界以下の表面の特徴についての情報がユーザーへ出力される、請求項 3 6 に記載の方法。

【請求項 4 7】

解像限界以下の表面の特徴についての情報は、半導体製造のための自動プロセス制御システムへ出力される、請求項 3 6 に記載の方法。

【請求項 4 8】

干渉計シグナルは走査干渉計シグナルである、請求項 3 6 に記載の方法。

【請求項 4 9】

走査干渉計シグナルは、試験光を検出器に導き参照光と干渉させ、共通の光源から前記検出器までの光路長差を試験光と参照光との干渉部分の間で変化させることによって生成され、試験光および参照光は前記共通の光源から引き出され、走査干渉計シグナルは光路長差が変化するときに検出器により測定される干渉強度に相当する、請求項 4 8 に記載の方法。

【請求項 5 0】

走査干渉計シグナルを生成するステップをさらに含む、請求項 4 9 に記載の方法。

【請求項 5 1】

第 1 のセットの干渉計シグナルの 1 つ以上の干渉計シグナルを周波数ドメインに変換し、変換したシグナルに基づき試験表面についての角度分解情報および波長分解情報を抽出するステップをさらに含む、請求項 5 0 に記載の方法。

【請求項 5 2】

干渉計システムは少なくとも 1 つの電子検出器を備え、第 1 のモードにおいて前記検出器の異なる素子は干渉計システムにおける試験光による試験表面の異なる照射角度に対応する、請求項 3 6 に記載の方法。

【請求項 5 3】

第 1 のセットの複数の干渉計シグナルから導き出される情報は、1 つ以上の選択された偏光についての角度および波長の範囲にわたる試験表面の反射率を含む、請求項 5 2 に記載の方法。

【請求項 5 4】

前記反射率は複素反射率である、請求項 5 3 に記載の方法。

【請求項 5 5】

第 1 のセットの複数の干渉計シグナルから導き出される情報は、非偏光についての角度および波長の範囲にわたる試験表面の反射率を含む、請求項 5 1 に記載の方法。

【請求項 5 6】

前記反射率は複素反射率である、請求項 5 5 に記載の方法。

【請求項 5 7】

試験表面へ導いた試験光の瞳面を前記検出器へ結像させるステップをさらに含む、請求項 5 2 に記載の方法。

【請求項 5 8】

第 1 および第 2 のセットの干渉計シグナルから導き出される情報に基づき試験対象物についての情報を決定するステップと、

試験対象物についての前記情報を出力するステップとをさらに含む、請求項 3 6 に記載の方法。

【請求項 5 9】

試験対象物についての情報を決定する前記ステップは、動作の一方のモードを使用する時、動作の他方のモードで導き出された情報をを利用して試験対象物についてのさらなる情報の決定を支援するステップを含む、請求項 5 8 に記載の方法。

【請求項 6 0】

試験対象物についての情報を決定する前記ステップは、動作の第 2 のモードを使用する時、動作の第 1 のモードで決定された試験対象物の解像限界以下の前記 1 つ以上の特徴に関連する情報をを利用して試験対象物についてのさらなる情報の決定を支援するステップを含む、請求項 5 8 に記載の方法。

【請求項 6 1】

試験対象物についての情報を決定する前記ステップは、

動作の第 1 のモードで決定された試験対象物の解像限界以下の特徴に関連する情報に基づき試験対象物の複数のモデルを導き出すステップと、

第 2 のセットの複数の干渉計シグナルから導き出される情報を、解像限界以下の特徴に関連する情報に基づく試験対象物の前記複数のモデルに対応する情報と比較して、試験対象物に関するさらなる情報を決定するステップと、

試験対象物に関する前記前記さらなる情報を出力するステップと、を含む、請求項 6 0 に記載の方法。

【請求項 6 2】

試験対象物に関する前記さらなる情報は表面プロファイルを含む、請求項 5 8 に記載の方法。

【請求項 6 3】

干渉計を動作の第 1 のモードで用いるステップは、第 1 の偏光状態を有する光で試験対象物を照射する 1 つの第 1 セットの複数の干渉シグナルを生成するステップと、第 2 の偏光状態を有する光で試験対象物を照射する別の第 1 のセットの干渉シグナルを生成するステップとを含み、第 1 の偏光状態は第 2 の偏光状態と異なる、請求項 3 6 に記載の方法。

【請求項 6 4】

第 1 の偏光状態と第 2 の偏光状態とは直角をなす、請求項 6 3 に記載の方法。

【請求項 6 5】

前記解像限界以下の特徴は格子を含み、第 1 の偏光状態は格子の複数の線に対して直角に整合する直線偏光状態である、請求項 6 4 に記載の方法。