

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7705482号
(P7705482)

(45)発行日 令和7年7月9日(2025.7.9)

(24)登録日 令和7年7月1日(2025.7.1)

(51)国際特許分類	F I			
H 0 1 L 21/66 (2006.01)	H 0 1 L 21/66	J		
G 0 1 N 21/88 (2006.01)	G 0 1 N 21/88	H		
G 0 1 N 21/956 (2006.01)	G 0 1 N 21/956	Z		
G 0 1 B 11/00 (2006.01)	G 0 1 B 11/00	H		

請求項の数 31 (全25頁)

(21)出願番号	特願2023-571649(P2023-571649)	(73)特許権者	500049141 ケーエルエー コーポレーション アメリカ合衆国 カリフォルニア ミルピ タス ワン テクノロジー ドライブ
(86)(22)出願日	令和4年8月19日(2022.8.19)	(74)代理人	110001210 弁理士法人Y K I 国際特許事務所
(65)公表番号	特表2024-538857(P2024-538857 A)	(72)発明者	ヒル アンドリュー ブイ アメリカ合衆国 カリフォルニア パーク リー ロス エンジェルス アベニュー 2 1 1 2
(43)公表日	令和6年10月24日(2024.10.24)	(72)発明者	マナッセン アムノン イスラエル ハイファ ゴルダ メイア ス トリート 1 0
(86)国際出願番号	PCT/US2022/040824	(72)発明者	ゴレリク ドミトリー イスラエル クファール アビブ ハメヤ 最終頁に続く
(87)国際公開番号	WO2023/027947		
(87)国際公開日	令和5年3月2日(2023.3.2)		
審査請求日	令和7年5月19日(2025.5.19)		
(31)優先権主張番号	17/411,539		
(32)優先日	令和3年8月25日(2021.8.25)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		
早期審査対象出願			

(54)【発明の名称】 並列散乱計測オーバーレイ計測

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

オーバーレイ計測ツールであって、
第1の直線偏光を有する第1の照明ビーム分布と、前記第1の直線偏光に直交する第2の直線偏光を有する第2の照明ビーム分布とを生成するように構成された照明源と、
試料上のオーバーレイターゲットの2つ以上のセル対を順次照明する照明サブシステムであって、前記2つ以上のセル対のうちの特定の1つが、第1の方向に沿って周期性を有する格子オーバー格子構造を有する第1の方向セルと、前記第1の方向に直交する第2の方向に沿って周期性を有する格子オーバー格子構造を有する第2の方向セルとを含み、第1の照明ビーム分布で前記第1の方向セルを、第2の照明ビーム分布で前記第2の方向セルを同時に照明する、照明サブシステムと、
収集サブシステムであって、
第1のチャンネル検出平面に1つ以上の第1のチャンネル検出器を含む第1の収集チャンネルと、
第2のチャンネル検出平面に1つ以上の第2のチャンネル検出器を含む第2の収集チャンネルと、
前記試料からの光を収集光として集光する対物レンズと、
2つ以上のセル対の前記第1の方向セルに関連する前記収集光の部分を第1の収集チャンネルに向け、2つ以上のセル対の前記第2の方向セルに関連する前記収集光の部分を第2の収集チャンネルに向ける1つ以上のフィルタリング光学系と、

を備える収集サブシステムと、

前記第 1 および第 2 の収集チャンネルに通信可能に結合されたコントローラであって、

前記 1 つ以上の第 1 のチャンネル検出器からの 2 つ以上のセル対の前記第 1 の方向セルに関連するデータに基づいて、前記第 1 の方向に沿って第 1 のオーバーレイ測定値を生成するステップと、

前記 1 つ以上の第 2 チャンネル検出器からの 2 つ以上のセル対の前記第 2 の方向セルに関連するデータに基づいて、前記第 2 の方向に沿った第 2 オーバーレイ測定値を生成するステップと、

を行わせるプログラム命令を実行するように構成された 1 つ以上のプロセッサを含む、コントローラと、

を備えるオーバーレイ計測ツール。

10

【請求項 2】

前記第 1 及び第 2 の照明ビーム分布との間の分離を調整するように構成された 1 つ以上のビーム走査光学系

をさらに備える請求項 1 に記載のオーバーレイ計測ツール。

【請求項 3】

前記 1 つ以上のビーム走査光学系は、前記第 1 の照明ビーム分布と前記第 2 の照明ビーム分布との間の分離を調整して、前記第 1 の照明ビーム分布と前記第 2 の照明ビーム分布とを、2 つ以上のセル対のうちの照明されたセルの前記第 1 の方向セル及び前記第 2 の方向セル上にセンタリングすることを特徴とする請求項 2 に記載のオーバーレイ計測ツール。

20

【請求項 4】

第 1 の照明ビーム分布の空間範囲を規定する第 1 の照明視野絞りと、

第 2 の照明ビーム分布の空間範囲を規定する第 2 の照明視野絞りと、

をさらに備え、前記第 1 の照明視野絞り又は前記第 2 の照明視野絞りの少なくとも 1 つは、前記第 1 の照明ビーム分布と前記第 2 の照明ビーム分布との間の分離が調整されるときに前記第 1 の照明視野絞り及び前記第 2 の照明視野絞りに前記第 1 の照明ビーム分布及び前記第 2 の照明ビーム分布がセンタリングされるように調整可能で前記 1 つ以上のビーム走査光学系に同期される、

請求項 2 に記載のオーバーレイ計測ツール。

【請求項 5】

30

第 1 の収集チャンネルのための収集視野を規定するための第 1 の収集視野絞りと、

第 2 の収集チャンネルのための収集視野を規定する第 2 の収集視野絞りと、

をさらに備え、前記第 1 の収集視野絞りまたは前記第 2 の収集視野絞りのうちの少なくとも 1 つは、前記第 1 の照明ビーム分布と前記第 2 の照明ビーム分布との間の分離が調整されるときに、前記第 1 の収集視野および前記第 2 の収集視野が前記第 1 の照明ビーム分布および前記第 2 の照明ビーム分布と位置合わせされるように調整可能で前記 1 つ以上のビーム走査光学系に同期される、

請求項 2 に記載のオーバーレイ計測ツール。

【請求項 6】

測定中に2 つ以上のセル対のうちの照明されたセルの前記第 1 の方向セル及び前記第 2 の方向セルにわたって前記第 1 及び第 2 の照明ビーム分布を変調するように構成された 1 つ以上のビーム走査光学系、

40

をさらに備える請求項 1 に記載のオーバーレイ計測ツール。

【請求項 7】

前記 2 つ以上のセル対の前記第 1 の方向セル内の格子オーバー格子構造は、前記オーバーレイターゲットの第 1 行に沿って配置され、2 つ以上のセル対の前記第 2 の方向セル内の格子オーバー格子構造は、前記オーバーレイターゲットの第 2 行に沿って配置されることを特徴とする請求項 1 に記載のオーバーレイ計測ツール。

【請求項 8】

前記 2 つ以上のセル対の前記第 1 の方向セル内の格子オーバー格子構造は、前記第 1 の

50

方向に沿った異なる意図されたオーバーレイオフセットを有し、2つ以上のセル対の前記第2の方向セル内の格子オーバー格子構造は、前記第2の方向に沿った異なる意図されたオーバーレイオフセットを有することを特徴とする請求項1に記載のオーバーレイ計測ツール。

【請求項9】

前記2つ以上のセル対は、

第1のセル対および第2のセル対、

をさらに備え、前記第1のセル対の前記第1の方向セルおよび前記第2のセル対の前記第1の方向セルは、前記第1の方向に沿って等しくかつ反対の意図されたオフセットを有し、前記第1のセル対の前記第2の方向セルおよび前記第2のセル対の前記第2の方向セルは、前記第2の方向に沿って等しくかつ反対の意図されたオフセットを有することを特徴とする請求項1に記載のオーバーレイ計測ツール。

10

【請求項10】

前記第2の照明ビーム分布は、前記第1の照明ビーム分布に等しいことを特徴とする請求項1に記載のオーバーレイ計測ツール。

【請求項11】

前記第2の照明ビーム分布は、前記第1の照明ビーム分布とは異なることを特徴とする請求項1に記載のオーバーレイ計測ツール。

【請求項12】

前記第2の照明ビーム分布は、複数の照明ビーム、1つ以上の照明ビームの波長、または1つ以上の照明ビームの入射角のうちの少なくとも1つに基づいて、前記第1の照明ビーム分布とは異なることを特徴とする請求項1に記載のオーバーレイ計測ツール。

20

【請求項13】

前記第1または前記第2の照明ビーム分布の少なくとも1つは、

単一の照明ビーム、

を備えることを特徴とする請求項1に記載のオーバーレイ計測ツール。

【請求項14】

前記第1の照明ビーム分布は、

前記第1の方向に沿って整列された双極子分布の2つの照明ビーム、

を備え、前記第2の照明ビーム分布は、

前記第2の方向に沿って整列された双極子分布の2つの照明ビーム、

を備えることを特徴とする請求項1に記載のオーバーレイ計測ツール。

30

【請求項15】

前記1つ以上のフィルタリング光学系は、1つ以上の偏光フィルタリング光学系、1つ以上の瞳平面フィルタ、または1つ以上の視野平面フィルタのうちの少なくとも1つを備えることを特徴とする請求項1に記載のオーバーレイ計測ツール。

【請求項16】

前記1つ以上の偏光フィルタリング光学系は、

第1の直線偏光を有する前記収集光の部分を前記第1の収集チャンネルに向け、第2の直線偏光を有する前記収集光の部分を前記第2の収集チャンネルに向ける1つ以上の偏光ビームスプリッタ、

を備えることを特徴とする請求項15に記載のオーバーレイ計測ツール。

40

【請求項17】

前記1つ以上の偏光フィルタリング光学系は、

第1の直線偏光を通過させるように配向された前記第1の収集チャンネル内の第1の偏光子、または第2の直線偏光を通過させるように配向された前記第2の収集チャンネル内の第2の偏光子のうちの少なくとも1つ、

を備えることを特徴とする請求項15に記載のオーバーレイ計測ツール。

【請求項18】

前記1つ以上の瞳面フィルタは、

50

前記第 1 の方向に沿った回折に関連する前記収集光の部分を通過させる前記第 1 の収集チャンネルの瞳面内の第 1 の開口、前記第 2 の方向に沿った回折に関連する前記収集光の部分を通過させる前記第 2 の収集チャンネルの瞳面内の第 2 の開口、または、前記第 1 の方向に沿って前記第 1 の収集チャンネルに回折に関連する前記収集光の部分に向け、前記第 2 の方向に沿って前記第 2 の収集チャンネルに回折に関連する前記収集光の部分に向ける前記第 1 および第 2 の収集チャンネルに共通の瞳平面内のビームスプリッタのうちの少なくとも 1 つ、

を備えることを特徴とする請求項 15 に記載のオーバーレイ計測ツール。

【請求項 19】

前記 1 つ以上の視野平面フィルタは、

前記第 1 の方向セルに関連する前記収集光の部分を通過させるための前記第 1 の収集チャンネルの視野平面内の開口、または前記第 2 の方向セルに関連する前記収集光の部分を通過させるための前記第 2 の収集チャンネルの視野平面内の開口のうちの少なくとも 1 つ、を備えることを特徴とする請求項 15 に記載のオーバーレイ計測ツール。

【請求項 20】

照明サブシステムによる照明のために 2 つ以上のセル対を順次配置する並進ステージ、をさらに備える請求項 1 に記載のオーバーレイ計測ツール。

【請求項 21】

前記第 1 または第 2 の照明ビーム分布の少なくとも 1 つの焦点位置を調整するための 1 つ以上の焦点制御光学系、

をさらに備える請求項 1 に記載のオーバーレイ計測ツール。

【請求項 22】

前記第 1 または第 2 の検出平面の少なくとも 1 つは、

瞳面、

を備えることを特徴とする請求項 1 に記載のオーバーレイ計測ツール。

【請求項 23】

前記第 1 または第 2 の検出平面の少なくとも 1 つは、

視野平面、

を備えることを特徴とする請求項 1 に記載のオーバーレイ計測ツール。

【請求項 24】

オーバーレイ計測ツールであって、

第 1 の直線偏光を有する第 1 の照明ビーム分布と、前記第 1 の直線偏光に直交する第 2 の直線偏光を有する第 2 の照明ビーム分布とを生成するように構成された照明源と、

試料上のオーバーレイターゲットの 2 つ以上のセル対を順次照明する照明サブシステムであって、前記 2 つ以上のセル対のうちの特定の 1 つが、第 1 の方向に沿って周期性を有する格子オーバー格子構造を有する第 1 の方向セルと、前記第 1 の方向に直交する第 2 の方向に沿って周期性を有する格子オーバー格子構造を有する第 2 の方向セルとを含む、照明サブシステムと、

を備え、

前記照明サブシステムは、

前記第 1 の照明ビーム分布を前記 2 つ以上のセル対のうちの 1 つの第 1 の方向セルに向ける第 1 の照明チャンネルであって、前記第 1 の照明ビーム分布は、前記第 1 の直線偏光を有する 1 つ以上の第 1 の照明ビームを含む、第 1 の照明チャンネルと、

前記第 1 の照明ビーム分布と同時に第 2 の照明ビーム分布を前記 2 つ以上のセル対のうちの 1 つの第 2 の方向セルに向ける第 2 の照明チャンネルであって、前記第 2 の照明ビーム分布は、前記第 2 の直線偏光を有する 1 つ以上の第 2 の照明ビームを含む、第 2 の照明チャンネルと、

を備え、

収集サブシステムであって、

第 1 のチャンネル検出平面に 1 つ以上の第 1 のチャンネル検出器を含む第 1 の収集チャネ

10

20

30

40

50

ルと、

第 2 のチャンネル検出平面に 1 つ以上の第 2 のチャンネル検出器を含む第 2 の収集チャンネルと、

前記試料からの光を収集光として集光する対物レンズと、

前記第 1 の直線偏光を有する前記第 1 の方向セルに関連する前記収集光の部分を前記第 1 の収集チャンネルに向け、第 2 の直線偏光を有する 2 つ以上のセル対の第 2 の方向セルに関連する前記収集光の部分を前記第 2 の収集チャンネルに向ける偏光ビームスプリッタと、を備える収集サブシステムと、

前記第 1 および第 2 の収集チャンネルに通信可能に結合されたコントローラであって、

前記 1 つ以上の第 1 のチャンネル検出器からの前記 2 つ以上のセル対の前記第 1 の方向セルに関連するデータに基づいて、前記第 1 の方向に沿って第 1 のオーバーレイ測定値を生成するステップと、

前記 1 つ以上の第 2 チャンネル検出器からの前記 2 つ以上のセル対の前記第 2 の方向セルに関連するデータに基づいて、前記第 2 の方向に沿った第 2 オーバーレイ測定値を生成するステップと、

を行わせるプログラム命令を実行するように構成された 1 つ以上のプロセッサを含む、コントローラと、

を備えるオーバーレイ計測ツール。

【請求項 2 5】

前記第 1 の方向に沿った回折に関連する前記収集光の部分を通過させる前記第 1 の収集チャンネルの瞳面内の第 1 の開口、前記第 2 の方向に沿った回折に関連する前記収集光の部分を通過させる前記第 2 の収集チャンネルの瞳面内の第 2 の開口、または、前記第 1 の方向に沿って前記第 1 の収集チャンネルに回折に関連する前記収集光の部分を向け、前記第 2 の方向に沿って前記第 2 の収集チャンネルに回折に関連する前記収集光の部分を向ける、前記第 1 および第 2 の収集チャンネルに共通の瞳平面内のビームスプリッタ、のうちの少なくとも 1 つをさらに備える請求項 2 4 に記載のオーバーレイ計測ツール。

【請求項 2 6】

前記第 1 の方向セルに関連する前記収集光の部分を通過させるための前記第 1 の収集チャンネルの視野平面内の開口、または前記第 2 の方向セルに関連する前記収集光の部分を通過させるための前記第 2 の収集チャンネルの視野平面内の開口のうちの少なくとも 1 つをさらに備える請求項 2 4 に記載のオーバーレイ計測ツール。

【請求項 2 7】

前記第 1 および第 2 の照明ビーム分布との間の分離を調整するように構成された 1 つ以上のビーム走査光学系、

をさらに備える請求項 2 4 に記載のオーバーレイ計測ツール。

【請求項 2 8】

前記 1 つ以上のビーム走査光学系は、前記第 1 および第 2 の照明ビーム分布を 2 つ以上 のセル対のうちの照明されたセルの前記第 1 の方向セルおよび前記第 2 の方向セル上にセンタリングするように前記第 1 および第 2 の照明ビーム分布の間の分離を調整することを特徴とする請求項 2 7 に記載のオーバーレイ計測ツール。

【請求項 2 9】

第 1 の照明ビーム分布の空間範囲を規定する第 1 の照明視野絞りと、

第 2 の照明ビーム分布の空間範囲を規定する第 2 の照明視野絞りと、

をさらに備え、前記第 1 の照明視野絞り又は前記第 2 の照明視野絞りの少なくとも 1 つは、前記第 1 の照明ビーム分布と前記第 2 の照明ビーム分布との間の分離が調整されるときに前記第 1 の照明視野絞り及び前記第 2 の照明視野絞りに前記第 1 の照明ビーム分布及び前記第 2 の照明ビーム分布がセンタリングされるように調整可能で前記 1 つ以上のビーム走査光学系に同期される、

請求項 2 7 に記載のオーバーレイ計測ツール。

【請求項 3 0】

10

20

30

40

50

前記第 1 の収集チャネルのための収集視野を規定する第 1 の収集視野絞りと、
前記第 2 の収集チャネルのための収集視野を規定する第 2 の収集視野絞りと、
をさらに備え、前記第 1 の収集視野絞りまたは前記第 2 の収集視野絞りのうちの少なくとも 1 つは、前記第 1 の照明ビーム分布と前記第 2 の照明ビーム分布との間の分離が調整されるときに、前記第 1 の収集視野および前記第 2 の収集視野が前記第 1 の照明ビーム分布および前記第 2 の照明ビーム分布と位置合わせされるように調整可能で前記 1 つ以上のビーム走査光学系に同期される、
請求項 27 に記載のオーバーレイ計測ツール。

【請求項 31】

オーバーレイ計測方法であって、

第 1 の直線偏光を有する第 1 の照明ビーム分布と、前記第 1 の直線偏光に直交する第 2 の直線偏光を有する第 2 の照明ビーム分布とを生成するステップと、

照明システムを用いて試料上のオーバーレイターゲットの 2 つ以上のセル対を順次照明するステップであって、前記 2 つ以上のセル対の各々は、第 1 の方向に沿って周期性を有する格子オーバー格子構造を有する第 1 の方向セルと、第 1 の方向に直交する第 2 の方向に沿って周期性を有する格子オーバー格子構造を有する第 2 の方向セルとを含み、前記照明システムは、前記第 1 の照明ビーム分布で前記第 1 の方向セルを、前記第 2 の照明ビーム分布で前記第 2 の方向セルを同時に照明する、ステップと、

前記試料からの光を収集光として収集するステップと、

前記 2 つ以上のセル対の前記第 1 の方向セルに関連する前記収集光の部分を第 1 の収集チャネルに向けるステップと、

前記 2 つ以上のセル対の前記第 2 の方向セルに関連する前記収集光の部分を第 2 の収集チャネルに向けるステップと、

前記 2 つ以上のセル対の前記第 1 の方向セルに関連するデータに基づいて、前記第 1 の方向に沿って第 1 のオーバーレイ測定値を生成するステップと、

前記 2 つ以上のセル対の前記第 2 の方向セルに関連するデータに基づいて、前記第 2 の方向に沿って第 2 のオーバーレイ測定値を生成するステップと、
を備えるオーバーレイ計測方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、概してオーバーレイ計測に関し、より詳細には散乱計測に基づくオーバーレイ計測に関する。

【背景技術】

【0002】

オーバーレイ計測は、概して、限定されないが、半導体デバイス等の試料上の層の相対的整列の測定を指す。オーバーレイ測定またはオーバーレイ誤差の測定は、典型的には、1 つ以上の試料層上の製造されたフィーチャのミスマライメントの測定を指す。一般的な意味では、デバイスの適切な機能のために、複数の試料層上の製造されたフィーチャの適切な位置合わせが必要である。フィーチャサイズを減少させ、フィーチャ密度を増大させる要求は、正確で効率的なオーバーレイ計測に対する対応して増大した要求をもたらしている。多くの既存のオーバーレイ計測技術は、特定の方向のオーバーレイデータを生成するためにオーバーレイターゲットの複数のセルの別個の計測ステップを必要とし、さらに追加の方向のオーバーレイデータを生成するために計測ステップの追加セットを必要とする。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】米国特許出願公開第 2018 / 0335346 号

【文献】米国特許出願公開第 2021 / 0116819 号

10

20

30

40

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、そのような測定ステップを実行するために必要とされる時間は、オーバーレイ計測システムのスループットに制限を与えるかもしれない。したがって、これらの欠点を克服するためのシステムおよび方法を開発する必要がある。

【課題を解決するための手段】

【0005】

オーバーレイ計測ツールは、本開示の1つ以上の例示的な実施形態に従って開示される。例示的な一実施形態では、ツールは、第1の直線偏光を有する第1の照明ビーム分布と、第1の直線偏光に直交する第2の直線偏光を有する第2の照明ビーム分布とを生成する照明源を含む。別の例示的な実施形態では、ツールは、試料上のオーバーレイターゲットの2つ以上のセル対を順次照明する照明サブシステムを含む。2つ以上のセル対のうちの特定の1つは、第1の方向に沿って周期性を有する格子オーバー格子構造を有する第1の方向セルと、第1の方向に直交する第2の方向に沿って周期性を有する格子オーバー格子構造を有する第2の方向セルとを含むことができる。別の例示的な実施形態では、照明サブシステムは、第1の照明ビーム分布で第1の方向セルを、第2の照明ビーム分布で第2の方向セルを同時に照明する。別の例示的な実施形態では、ツールは、第1のチャンネル検出平面に1つ以上の第1のチャンネル検出器を含む第1の収集チャンネルと、第2のチャンネル検出平面に1つ以上の第2のチャンネル検出器を含む第2の収集チャンネルと、試料からの光を収集された光として収集するための対物レンズとを有する収集サブシステムを含む。そして、1つ以上のフィルタリング光学系は、2つ以上のセル対の第1の方向セルに関連する収集光の部分を第1の収集チャンネルに向け、2つ以上のセル対の第2の方向セルに関連する収集光の部分を第2の収集チャンネルに向ける。別の例示的な実施形態において、ツールは、1つ以上の第1チャンネル検出器からの2つ以上のセル対の第1方向セルに関連するデータに基づいて、第1方向に沿って第1オーバーレイ測定値を生成するコントローラを含む。そして、1つ以上の第2チャンネル検出器からの2つ以上のセル対の第2方向セルに関連するデータに基づいて、第2方向に沿った第2オーバーレイ測定値を生成する。

【0006】

オーバーレイ計測ツールは、本開示の1つ以上の例示的な実施形態に従って開示される。例示的な一実施形態では、ツールは、第1の直線偏光を有する第1の照明ビーム分布と、第1の直線偏光に直交する第2の直線偏光を有する第2の照明ビーム分布とを生成する照明源を含む。別の例示的な実施形態では、ツールは、試料上のオーバーレイターゲットの2つ以上のセル対を順次照明する照明サブシステムを含む。2つ以上のセル対のうちの特定の1つは、第1の方向に沿って周期性を有する格子オーバー格子構造を有する第1の方向セルと、第1の方向に直交する第2の方向に沿って周期性を有する格子オーバー格子構造を有する第2の方向セルとを含むことができる。別の例示的な実施形態では、照明システムは、第1の照明ビーム分布を2つ以上のセル対のうちの1つの第1の方向セルに向ける第1の照明チャンネルを含み、第1の照明ビーム分布は、第1の直線偏光を有する1つ以上の第1の照明ビームを含む。別の例示的な実施形態では、照明サブシステムは、第1の照明ビーム分布と同時に第2の照明ビーム分布を2つ以上のセル対のうちの1つの第2の方向セルに向けるための第2の照明チャンネルをさらに含み、第2の照明ビーム分布は、第2の直線偏光を有する1つ以上の第2の照明ビームを含む。別の例示的な実施形態では、ツールは、第1のチャンネル検出面に1つ以上の第1のチャンネル検出器を含む第1の収集チャンネルと、第2のチャンネル検出面に1つ以上の第2のチャンネル検出器を含む第2の収集チャンネルと、試料からの光を収集光として収集する対物レンズとを有する収集サブシステムを含む。そして、偏光ビームスプリッタは、第1の直線偏光を有する第1の方向セルに関連する収集光の部分を第1の収集チャンネルに向け、第2の直線偏光を有する2つ以上のセル対の第2の方向セルに関連する収集光の部分を第2の収集チャンネルに向ける。別の例示的な実施形態において、ツールは、1つ以上の第1チャンネル検出器からの2つ以上のセ

10

20

30

40

50

ル対の第 1 の方向セルに関連するデータに基づいて、第 1 の方向に沿って第 1 オーバーレイ測定値を生成するコントローラを含む。そして、1 つ以上の第 2 チャネル検出器からの 2 つ以上のセル対の第 2 の方向セルに関連するデータに基づいて、第 2 の方向に沿った第 2 オーバーレイ測定値を生成する。

【0007】

オーバーレイ計測方法は、本開示の 1 つ以上の例示的な実施形態に従って開示される。例示的な一実施形態では、この方法は、第 1 の直線偏光を有する第 1 の照明ビーム分布と、第 1 の直線偏光に直交する第 2 の直線偏光を有する第 2 の照明ビーム分布とを生成するステップを含む。別の例示的な実施形態では、方法は、試料上のオーバーレイターゲットの 2 つ以上のセル対を順次照射することを含み、2 つ以上のセル対の各々は、第 1 の方向に沿って周期性を有する格子オーバー格子構造を有する第 1 の方向セルと、第 1 の方向に直交する第 2 の方向に沿って周期性を有する格子オーバー格子構造を有する第 2 の方向セルとを含む。ここで、照明サブシステムは、第 1 の照明ビーム分布で第 1 の方向セルを、第 2 の照明ビーム分布で第 2 の方向セルを同時に照明する。別の例示的な実施形態では、方法は、試料からの光を収集光として収集することを含む。別の例示的な実施形態では、方法は、2 つ以上のセル対の第 1 の方向セルに関連する収集された光の部分を第 1 の収集チャンネルに向けるステップを含む。別の例示的な実施形態では、方法は、2 つ以上のセル対の第 2 の方向セルに関連する収集された光の部分を第 2 の収集チャンネルに向けるステップを含む。別の例示的な実施形態では、方法は、2 つ以上のセル対の第 1 の方向セルに関連するデータに基づいて、第 1 の方向に沿って第 1 のオーバーレイ測定値を生成することを含む。別の例示的な実施形態において、方法は、2 つ以上のセル対の第 2 の方向セルに関連付けられたデータに基づいて、第 2 の方向に沿って第 2 のオーバーレイ測定値を生成することを含む。

【0008】

前述の概要および以下の詳細な説明の両方は、例示的および説明的なものにすぎず、特許請求される本発明を必ずしも限定するものではないことを理解されたい。明細書に組み込まれ、明細書の一部を構成する添付の図面は、本発明の実施形態を示し、全般的な説明とともに、本発明の原理を説明するのに役立つ。

【図面の簡単な説明】

【0009】

本開示の多数の利点は、添付の図面を参照することによって当業者によってよりよく理解され得る。

【図 1 A】本開示の 1 つ以上の実施形態によるオーバーレイ計測システムのブロック図である。

【図 1 B】本開示の 1 つ以上の実施形態による、2 つの照明チャンネルおよび 2 つの収集チャンネルを示すオーバーレイ計測ツールの概略図である。

【図 1 C】本開示の 1 つ以上の実施形態による、直線的に変化するフィルタに基づいて別々に構成可能な照明条件を有する 2 つの照明チャンネルを示すオーバーレイ計測ツールの一部の概略図である。

【図 2 A】本開示の 1 つ以上の実施形態による、オーバーレイターゲットの単一セル内の格子オーバー格子構造の側面図である。

【図 2 B】本開示の 1 つ以上の実施形態によるオーバーレイターゲットの上面図である。

【図 3 A】本開示の 1 つ以上の実施形態による、図 2 B のオーバーレイターゲットの X 方向セルからの回折次数の分布を示す瞳平面の上面図である。

【図 3 B】本開示の 1 つ以上の実施形態による、図 2 B のオーバーレイターゲット 108 の Y 方向セルからの回折次数の分布を示す瞳平面の上面図である。

【図 4】本開示の 1 つ以上の実施形態による、オーバーレイ計測のための方法において実行されるステップを示す流れ図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

ここで、添付の図面に示される開示された主題を詳細に参照する。本開示は、特定の実施形態およびその特定の特徴に関して具体的に示され、説明されてきた。本明細書に記載される実施形態は、限定的ではなく例示的であると解釈される。本開示の精神および範囲から逸脱することなく、形態および詳細における種々の変更および修正が行われ得ることが、当業者に容易に明白となるはずである。

【0011】

本開示の実施形態は、散乱計測技術を用いてオーバーレイターゲットのセルの並列計測を生成するシステムおよび方法に関する。いくつかの実施形態では、2つの異なる（例えば、直交する）方向に沿ったオーバーレイ測定に関連付けられたオーバーレイターゲットの2つのセルが同時に照明され、2つの照明されたセルからの光が同時に収集され、照明されたセルに関連付けられた収集された光が別個の検出経路に向けられる。このようにして、オーバーレイターゲットの複数のセルの測定は並行して実行されえ、それはターゲット上の各セルの連続測定に対して測定スループットを有利に増加させえる。さらなる実施形態は、オーバーレイターゲットの複数のセルを同時に照明し、複数のセルからの光を別個の検出チャンネルに分離するのに適したマルチチャンネル散乱計測オーバーレイツールに向けられる。

10

【0012】

本開示の目的のために、オーバーレイという用語は、一般に、2つ以上のリソグラフィパターンニングステップによって製作された試料上のフィーチャの相対位置を記述するために使用され、オーバーレイ誤差という用語は、公称配置からのフィーチャの偏差を記述する。例えば、多層デバイスは、各層に対して異なるリソグラフィステップを使用して複数の試料層上にパターン化されたフィーチャを含んでもよく、層間のフィーチャの整列は、典型的には、結果として生じるデバイスの適正な性能を確実にするように厳密に制御されなければならない。したがって、オーバーレイ測定は、2つ以上の試料層上のフィーチャの相対位置を特徴付けることができる。別の例として、複数のリソグラフィステップを使用して、単一の試料層上にフィーチャを製造することができる。このような技術は、一般にダブルパターンニングまたはマルチパターンニング技術と呼ばれ、リソグラフィシステムの解像度に近い高密度フィーチャの製造を容易にすることができる。この文脈におけるオーバーレイ測定は、この単一層上の異なるリソグラフィステップからのフィーチャの相対位置を特徴付けることができる。オーバーレイ計測の特定の用途に関する本開示全体にわたる例および例示は、例示目的のみのために提供され、本開示を限定するものとして解釈されるべきではないことを理解されたい。

20

30

【0013】

いくつかのアプリケーションにおいて、オーバーレイ測定は、製造されたデバイスのフィーチャ（例えば、デバイスフィーチャ）上で直接実行されてもよいが、オーバーレイ測定は、通常、デバイスフィーチャと同じリソグラフィステップを用いて印刷された専用のオーバーレイターゲット上で実行される。このようにして、オーバーレイターゲットのフィーチャ（例えばターゲットフィーチャ）は、オーバーレイ測定を容易にするように特別に設計されえる。さらに、1つの製造ステップ（例えば、1つ以上の試料層の製造後）で測定されたオーバーレイは、後続の製造ステップにおける追加の試料層の製造のためにプロセスツール（例えば、リソグラフィツール等である）を正確に位置合わせするための補正可能物を生成するために使用され得る。

40

【0014】

いくつかの実施形態において、本願明細書において開示されるような散乱計測測定に適切なオーバーレイターゲットは、格子オーバー格子構造を有する1つ以上のセルを含んでもよく、格子オーバー格子構造は、2つ以上の対象層の重複領域上に周期的フィーチャ（例えば格子フィーチャ）を含む。このようにして、関心層上の様々な格子フィーチャは、入射照明の回折に寄与することができ、回折光の分析に基づいてオーバーレイ測定値を生成することができる。例えば、オーバーレイ測定は、瞳面データ（例えば、瞳面内の選択された回折次数間の相対強度差に関連する）に基づいて生成されてもよい。別の例として

50

、オーバーレイ測定は、視野平面データ（例えば、選択された回折次数を用いて生成されたターゲットのセルの画像の相対強度に関連する）に基づいて生成されえる。

【 0 0 1 5 】

本開示を通して使用されるように、「試料」という用語は、概して、半導体または非半導体材料（例えば、ウエハ等である）から形成される基板を指す。例えば、半導体または非半導体材料は、単結晶シリコン、ガリウムヒ素、およびリン化インジウムを含み得るが、それらに限定されない。試料は、1つ以上の層を含んでもよい。例えば、そのような層は、レジスト、誘電材料、導電性材料、および半導体材料を含んでもよいが、それらに限定されない。多くの異なる種類のそのような層が当技術分野において公知であり、本明細書で使用される試料という用語は、その上にすべての種類のそのような層が形成され得る試料を包含することが意図される。試料上に形成される1つ以上の層は、パターン化されてもよく、またはパターン化されなくてもよい。例えば、試料は、複数のダイを含んでもよく、各ダイは、反復可能なパターン化特徴を有する。そのような材料の層の形成および処理は、最終的に、完成したデバイスをもたらし得る。多くの異なるタイプのデバイスを試料上に形成することができ、本明細書で使用する試料という用語は、当技術分野で知られている任意のタイプのデバイスが作製されている試料を包含することを意図する。さらに、本開示の目的のために、試料およびウエハという用語は、交換可能であると解釈されるべきである。加えて、本開示の目的のために、パターンングデバイス、マスク、およびレチクルという用語は、交換可能であると解釈されるべきである。

10

【 0 0 1 6 】

いくつかの実施形態では、オーバーレイ計測ツールは、2つの照明ビームでオーバーレイターゲットの2つのセルを同時に照明し、2つのセルは、一方のセル内の格子の向きが他方のセル内の格子の向きに直交する格子オーバー格子構造を含む。例えば、オーバーレイ計測ツールは、X方向に沿って周期性を有する格子オーバー格子構造を含むX方向セルを第1の照明ビームで同時に照明し、Y方向に沿って周期性を有する格子オーバー格子構造を含むY方向セルを第2の照明ビームで同時に照明することができる。X及びY方向の説明は、試料上の任意の直交方向を指すために単に例示を目的として本明細書で理解されたい。さらに、2つのセルは、直交する直線偏光（例えば、1つのセルはX方向に沿った直線偏光で照明され、1つのセルはY方向に沿った直線偏光で照明される）を有する光で照明することができる。特に、オーバーレイ計測ツールは、1つ以上の照明ビームの分布（例えば、照明ビーム分布）で2つのセルの各々を照明することができ、各セル上の照明ビーム分布は、セルがアンダーフィルされるようにセルよりも小さい。加えて、スペクトル（例えば、スペクトル帯域幅および/または中心波長）、強度、照明角度、照明の角度分布、または焦点位置等であるが、それらに限定されない、各セル上の照明光の種々の側面が、個々に制御または調整されてもよい。

20

30

【 0 0 1 7 】

いくつかの実施形態では、オーバーレイ計測ツールは、照射されたセルから収集された光を、各セルのための別個の検出チャネルに同時に分離する。このようにして、照射されたセルに関連する測定データは、同時収集にもかかわらず、互いに隔離され得る。収集された光を別個の検出チャネルに分離するための種々の技法が、本開示の精神および範囲内で使用されてもよい。例えば、照明されたセルから収集された光は、限定されないが、偏光、瞳絞りフィルタ（例えば、瞳平面内の空間フィルタは、選択された回折次数を通過させる）、または視野絞りフィルタ（例えば、選択されたセルからの光を通過させる視野平面内の空間フィルタ）等のパラメータに基づいて分離されてもよい。

40

【 0 0 1 8 】

いくつかの実施形態では、オーバーレイ計測ツールは、照明光または収集光の様々な態様への照明および/または収集経路にビーム制御光学系を含む。例えば、オーバーレイ計測ツールは、測定中にそれぞれのセルを横切って照明ビームを走査する1つ以上の走査ミラーを含んでもよく、これはターゲット欠陥に関連するノイズを低減し得る。別の例として、オーバーレイ計測ツールは、2つの照明ビーム間の分離を制御または調整するビーム

50

制御光学系を含んでもよく、これは、照明ビーム分離を特定のオーバーレイターゲット内のセルのレイアウトに適合させるために使用されてもよい。さらに、オーバーレイ計測ツールは、選択された照明ビーム分離に基づいて照明および／または集光視野絞りを調整してもよい。

【0019】

本開示のさらなる実施形態は、オーバーレイ計測ツールによる並列測定に適したオーバーレイターゲットに関する。いくつかの実施形態では、オーバーレイターゲットは、第1の行に沿って分布するX方向セルと、第2の行に沿って分布するY方向セルを含む。このようにして、特定の方向に関連するセルは、単にオーバーレイターゲットを行に沿って走査することによって、同じまたは同様の照明条件（例えば、偏光、スペクトル、強度、照明の角度分布、照明中の試料の焦点位置など）で順次照明され得る。例えば、いくつかのオーバーレイ測定技法は、格子オーバー格子構造の異なる意図されたオフセットを伴う複数のセルからのデータ捕捉を必要とし得る。したがって、周期性の共通方向を有するセルを行に沿って配置することは、照明条件が、ターゲットが行方向に沿って走査されるのと同じまたは実質的に同じでありえるように、オーバーレイ計測ツールに対する負担を低減しえる。

10

【0020】

ここで図1A - 図4を参照すると、散乱計測技術を用いてオーバーレイターゲットのセルの並列計測を生成するシステムおよび方法が示される。

【0021】

20

図1Aは、本開示の1つ以上の実施形態によるオーバーレイ計測システム100のブロック図である。

【0022】

いくつかの実施形態では、オーバーレイ計測システム100は、直交直線偏光を有する1つ以上の照明ビーム112の空間的に分離された分布（例えば、照明ビーム分布）で試料110上のオーバーレイターゲット108の2つのセル106を別々に照明するデュアルチャネル照明サブシステム104と、2つのセル106に関連する試料110（例えば収集された光116）から発する光または他の放射を別々に検出するデュアルチャネル収集サブシステム114とを有する。

【0023】

30

いくつかの実施形態では、試料110は、試料110を固定するのに適した試料ステージ118上に配置され、オーバーレイ計測ツール102に対して試料110を位置決めするようにさらに構成される。例えば、試料ステージ118は、試料110を任意の選択された向きに位置決めするのに適した線形、回転、または角度（例えば、先端／傾斜）アクチュエータの任意の組合せを含むことができる。

【0024】

オーバーレイ計測ツール102は、試料110上のオーバーレイターゲットに関連付けられたオーバーレイを決定するのに適したオーバーレイ信号を生成するのに適した当該技術分野において知られている任意のタイプのオーバーレイ計測ツールでありえる。例えば、オーバーレイ計測ツール102は、セル106からの放射の角度分布（例えば、セル106による放射線の散乱および／または回折に関連する）を特徴付けるために、収集された光116が瞳面で分析される瞳面データ（例えば、1つ以上の瞳面画像またはその部分である）を収集してもよい。別の例として、オーバーレイ計測ツール102は、セル106からの選択された回折次数に基づいて視野平面データ（例えば、1つ以上の視野平面画像またはその部分である）を収集することができる。加えて、オーバーレイ計測ツール102は、試料110が静止している（例えば、静的又は移動測定（MAM）モードである）間、または試料110が動いている（例えば、走査モードにある）間に、セル106を特徴付けることができる。

40

【0025】

ここで図2A～図2Bを参照すると、構成セル106の並列特性評価に適したオーバー

50

レイターゲット 108 の様々な構成が、本開示の 1 つ以上の実施形態に従ってより詳細に説明される。

【0026】

図 2 A は、本開示の 1 つ以上の実施形態による、オーバーレイターゲット 108 の単一セル 106 内の格子オーバー格子構造の側面図である。いくつかの実施形態では、各セル 106 内の格子オーバー格子構造は、試料 110 の第 1 の層 204 上に位置する第 1 の層格子フィーチャ 202 と、第 1 の層格子フィーチャ 202 および第 2 の層格子フィーチャ 206 を含む領域が重複するように配向される、試料 110 の第 2 の層 208 上に位置する第 2 の層格子フィーチャ 206 とを含む。このようにして、第 1 の層格子フィーチャ 202 および第 2 の層格子フィーチャ 206 はそれぞれ、入射照明ビーム 112 を離散回折次数に回折し得る。概して、任意の数の追加の層（図示せず）が、第 1 の層 204、第 2 の層 208、および基板 210 の上、下、または間に位置し得る。

10

【0027】

一般的な意味では、第 1 の層格子フィーチャ 202 および第 2 の層格子フィーチャ 206 は、同じまたは異なる分布を有してもよく、任意の選択された意図されたオフセット 212 によって、相互から意図的にオフセットされてもよい。いくつかの実施形態では、第 1 の層格子フィーチャ 202 および第 2 の層格子フィーチャ 206 は、関連付けられた回折次数が瞳平面内で重複するように、同じ方向に沿って同じピッチを有する。いくつかの実施形態では、第 1 の層格子フィーチャ 202 および第 2 の層格子フィーチャ 206 は、特定の方向に沿って異なるピッチを有し、これは、第 1 の層格子フィーチャ 202 および第 2 の層格子フィーチャ 206 のピッチより大きいモアレピッチと関連付けられるモアレ縞をもたらし得る。モアレ効果を利用するオーバーレイ計測技術は、概して、2011 年 3 月 11 日に公開された米国特許 9,182,219 号（2015 年 11 月 10 日）、米国特許 7,440,105 号（2008 年 10 月 21 日）、米国特許 7,349,105 号（2008 年 3 月 25 日）、米国特許 10,551,749 号（2020 年 2 月 4 日）、米国特許出願公開 2021/0072650 号、米国特許出願 16/935,117 号（2020 年 7 月 21 日）、及び米国特許出願 16/931,078 号（2020 年 7 月 16 日）に記載されており、これらはすべて、参照によりその全体が本明細書に組み込まれる。

20

【0028】

図 2 B は、本開示の 1 つ以上の実施形態によるオーバーレイターゲット 108 の上面図である。いくつかの実施形態では、オーバーレイターゲットは、関心のある各測定方向に関連する 2 つ以上のセル 106 を含む。例えば、特定の測定方向に関連する異なるセル 106 は、異なる意図されたオフセット 212 を有する格子オーバー格子構造を含み得る。

30

【0029】

図 2 B は、X 方向に沿ったオーバーレイ測定のための X 方向に沿った周期性を有する 2 つのセル 106（たとえば X 方向セル 106）と、Y 方向に沿ったオーバーレイ測定のための Y 方向に沿った周期性を有する 2 つのセル 106（たとえば Y 方向セル 106）とを有するオーバーレイターゲット 108 を示す。種々のセル 106 は、概して、任意の好適な分布で配列されてもよい。いくつかの実施形態では、図 2 B に示すように、同じ周期方向を有するセル 106 は、行に分散される。例えば、図 2 B は、第 1 の行 214 に沿った X 方向セル 106 及び第 2 の行 216 に沿った Y 方向セルを示す。以下でより詳細に説明するように、この構成は、同じまたは同様の照明条件で、同じ周期方向を有するセルの効率的な順次照明を容易にすることができる。

40

【0030】

しかしながら、図 2 A ~ 図 2 B のオーバーレイターゲット 108 および関連する説明は、単に例示を目的として提供されており、限定として解釈されるべきではないことを理解されたい。むしろ、オーバーレイターゲット 108 は、任意の適切な格子オーバー格子オーバー格子オーバーレイターゲット設計を含み得る。例えば、オーバーレイターゲット 108 は一般に、2 つの方向に沿った測定に適した任意の数のセル 106 を含み得る。さら

50

に、セル 106 は、任意のパターンまたは配置で分散されてもよい。例えば、走査計測に適した計測ターゲット設計は、概して米国特許出願 16 / 598 , 146 号 (2019 年 10 月 10 日) で説明される。これは、その全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【0031】

ここで図 1A ~ 図 3B を全体的に参照すると、本開示の 1 つ以上の実施形態によるオーバーレイターゲット 108 の複数のセル 106 の並列特性評価がより詳細に説明される。

【0032】

図 1B は、本開示の 1 つ以上の実施形態による、2 つの照明チャネル 120 および 2 つの収集チャネル 122 を示すオーバーレイ計測ツール 102 の概略図である。このようにして、オーバーレイ計測ツール 102 は、図 2A ~ 図 2B に示されるオーバーレイターゲット 108 などであるがこれに限定されないオーバーレイターゲット 108 の 2 つのセル 106 を同時に特徴付けることができる。いくつかの実施形態では、オーバーレイ計測ツール 102 は、周期性の直交方向 (例えば、1 つの X 方向セル 106 と 1 つの Y 方向セル 106 である) を有する 2 つのセル 106 を同時に特徴付ける。

【0033】

いくつかの実施形態では、オーバーレイ計測ツール 102 は、セル 106 に向けられる照明ビーム分布を形成するのに適した照明 126 を生成するように構成された少なくとも 1 つの照明源 124 を含む。

【0034】

照明源 124 からの照明 126 は、限定はしないが、紫外線 (UV) 放射、可視光線、または赤外線 (IR) 放射を含む 1 つ以上の選択された波長の光を含むことができる。

【0035】

照明源 124 は、当技術分野で知られている任意のタイプの照明源を含むことができる。いくつかの実施形態では、照明源 124 はレーザ源である。例えば、照明源 124 は、限定はしないが、1 つ以上の狭帯域レーザ源、広帯域レーザ源、スーパーコンティニュームレーザ源、白色光レーザ源などを含むことができる。これに関して、照明源 124 は、高いコヒーレンス (例えば、高い空間コヒーレンスおよび / または時間コヒーレンス) を有する照明を提供することができる。いくつかの実施形態では、照明源 124 は、レーザ維持プラズマ (LSP) 源を含む。例えば、照明源 124 は、限定はしないが、LSP ランプ、LSP バルブ、またはレーザ源によってプラズマ状態に励起されると広帯域照明を放出することができる 1 つ以上の要素を収容するのに適した LSP チャンバを含むことができる。いくつかの実施形態では、照明源 124 はランプ源を含む。例えば、照明源 124 は、限定はしないが、アークランプ、放電ランプ、無電極ランプなどを含むことができる。これに関して、照明源 124 は、低コヒーレンス (例えば、低い空間コヒーレンスおよび / または時間コヒーレンス) を有する照明を提供することができる。

【0036】

各照明チャネル 120 は、1 つ以上の照明ビーム 112 の分布 (例えば、照明ビーム分布) を試料 110 上の特定の位置に向けることができる。照明ビーム分布は、一般に、限定はしないが、入射角 (たとえば、方位角および極入射角)、スペクトル、または偏光などの照明パラメータの選択された分布を有する特定のセル 106 に向けられた 1 つ以上の照明ビーム 112 または照明ローブを含むことができる。例えば、照明ビーム分布は、選択された入射角における単一の照明ビーム 112、照明ビーム 112 の双極子分布、又は照明ビーム 112 の四重極子分布を含み得るが、これらに限定されない。このようにして、照明チャネル 120 は、オーバーレイターゲット 108 上の異なるセル 106 に対して異なる照明条件を同時に提供することができる。さらに、照明ビーム分布が複数の照明ビーム 112 を含む場合、これらの照明ビーム 112 は、セル 106 の所与の測定において同時にまたは連続して提供され得る。

【0037】

いくつかの実施形態では、照明チャネル 120 は、直交直線偏光を有する照明ビーム 112 を提供する。例えば、1 つの照明チャネル 120 は、第 1 の方向 (例えば、X 方向)

に沿った直線偏光を有する１つ以上の照明ビーム１１２の分布を提供することができ、別の照明チャンネル１２０は、第１の方向に直交する第２の方向（例えば、Ｙ方向）に沿った直線偏光を有する１つ以上の照明ビーム１１２の分布を提供することができる。本明細書では、照明チャンネル１２０内に直交直線偏光を提供することは、限定はしないが、照明源１２４からの利用可能な電力を効率的に利用すること、各セル１０６内の格子オーバー格子構造によって良好に制御された回折を提供することなど、様々な利益を有し得ることが企図される。および／または照射されたセル１０６の収集された光１４６を高い消光比を有する異なる収集チャンネル１２２に分離することを容易にして、信号の相互汚染を防止する。

【００３８】

さらに、オーバーレイターゲット１０８のさまざまなセル１０６は、任意の選択された偏光方向で照明されてもよい。例えば、オーバーレイ計測ツール１０２は、Ｘ方向に沿った直線偏光でＸ方向セル１０６を照らし、Ｙ方向に沿った直線偏光でＹ方向セル１０６を照らすことができ、逆もまた同様である。

【００３９】

オーバーレイ計測ツール１０２は、一般に、複数の照明ビーム分布を同時に生成するための光学コンポーネントの任意の組み合わせを含みうる。

【００４０】

いくつかの実施形態では、オーバーレイ計測ツール１０２は、各照明チャンネル１２０に対して照明１２６を生成する単一の照明源１２４を含むことができる。例えば、オーバーレイ計測ツール１０２は、照明１２６を異なる照明チャンネル１２０に向けられた直交直線偏光に分割する偏光ビームスプリッタを含むことができる。いくつかの実施形態では、オーバーレイ計測ツール１０２は、照明チャンネル１２０のうちの１つ以上のための別個の照明源１２４を含む。

【００４１】

オーバーレイ計測ツール１０２はさらに、各照明チャンネル１２０について選択された照明ビーム分布を生成するためのさまざまな光学コンポーネントを含みうる。いくつかの実施形態では、図１Ｂに図示されるように、各照明チャンネル１２０は、種々の照明パラメータを制御するように、１つ以上の照明レンズ１２８または１つ以上の照明制御光学１３０を含んでもよい。例えば、照明制御光学系１３０は、１つ以上の視野絞りまたはフィルタ、１つ以上の瞳絞りまたはフィルタ、１つ以上の偏光子、１つ以上のスペクトルフィルタ、１つ以上の空間フィルタ、１つ以上のビームスプリッタ、１つ以上の拡散器、１つ以上のホモジナイザ、１つ以上のアポダイザ、１つ以上のビーム整形器または１つ以上のミラー（例えば、静的ミラー、並列移動可能ミラー、走査ミラーなどである）を含んでもよいが、それらに限定されない。例として、各照明チャンネル１２０は、１つ以上の照明ビーム１１２の分布を生成するための開口絞り、および／またはセルが照明でアンダーフィルされるように、そのチャンネル内の照明ビーム１１２の空間的広がりをセル１０６以下の領域に制限するための視野絞りを含むことができる。

【００４２】

一般的な意味で、各照明チャンネル１２０は、１つ以上の照明ビーム１１２の照明パラメータの独立した制御を提供することができる。いくつかの実施形態では、図１Ｂに明示的に示されていないが、オーバーレイ計測ツール１０２は、照明チャンネル１２０に入る前に照明１２６を操作するための照明レンズ１２８および／または照明制御光学系１３０を含み得る。このようにして、照明ビーム分布の選択された態様は、照明チャンネル１２０間で整合し得る。

【００４３】

さらに、各照明チャンネル１２０内の照明パラメータは、静的または調整可能であってもよい。同調可能照明パラメータは、当技術分野で公知の任意の技法を使用して提供されてもよい。同調可能照明パラメータの生成は、概して米国特許１０，３７１，６２６号（２０１９年８月６日）及び米国特許出願１７，０７６，３１２号（２０２０年１０月２１日

10

20

30

40

50

）で記述される。これらの両方は、参照によりその全体が本明細書に組み込まれる。

【0044】

いくつかの実施形態では、調整可能な照明パラメータは、1つ以上の静的フィルタ（例えば、スペクトルフィルタ、減光フィルタなどである）を有する複数の利用可能な光路のうちの1つに照明126を選択的に向けることによって提供される。いくつかの実施形態では、同調可能照明パラメータは、照明チャネル120内の1つ以上の同調可能フィルタ（例えば、スペクトルフィルタ、減光フィルタなどである）の位置を調整することによって提供される。いくつかの実施形態では、調整可能な照明パラメータは、1つ以上の空間的に変化するフィルタ（例えば、スペクトルフィルタ、減光フィルタなどである）上の照明源124からの照明126の位置を選択的に制御することによって提供される。

10

【0045】

図1Cは、本開示の1つ以上の実施形態による、直線的に変化するフィルタに基づいて別々に構成可能な照明条件を有する2つの照明チャネル120を示すオーバーレイ計測ツール102の一部の概略図である。線形に変化するフィルタは、線形フィルタリング方向に沿って変化するフィルタリング特性を有するフィルタを含むことができる。例えば、線形に変化する中性濃度フィルタは、線形軸に沿った入力ビームの空間位置に基づいて、様々な量の広帯域強度低減を提供することができる。別の例として、線形に変化する低域通過（または高域通過）フィルタは、線形フィルタリング方向に沿った入力ビームの空間位置に基づいて変化するカットオフ波長を有する低域通過フィルタリングを提供することができる。別の例として、直線的に変化するフィルタは、偏光子として形成されてもよく、直線的に変化するフィルタによって通過される偏光の方向は、直線フィルタリング方向に沿った異なる方向で異なってもよい。本明細書で開示されるシステムおよび方法は、入力ビームの任意の選択された特性を修正する直線的に変化するフィルタを利用し得ることが本明細書で企図される。

20

【0046】

いくつかの実施形態では、オーバーレイ計測ツール102は、関心のある波長の範囲をカバーするスペクトル帯域幅を有する照明源124と、2つの照明チャネル120に関連する2つの経路に沿って照明源124からの照明126を分割する偏光子132とを含む。例えば、偏光子132は、2つの照明チャネル120内に直交直線偏光を提供する偏光ビームスプリッタであってもよい。

30

【0047】

各照明チャネル120は、1つ以上の照明パラメータの調整可能な制御を提供する少なくとも1つの調整可能フィルタ134を含むことができる。いくつかの実施形態では、同調可能フィルタ134は、4-f構成の一对の集束光学部品136と、瞳平面（例えば、集束光学系136に共通の焦点面である）に位置する線形変動フィルタ138と、同調可能フィルタ134への入力および/または出力結合器として、集束光学部品136の他の焦点平面に位置する角度スキャナ140とを含む。このようにして、直線的に変化するフィルタ138上の照明126の位置、したがって照明126に対する結果として生じるフィルタリング効果は、照明126を受け取る入力角度スキャナ140の角度を調整することによって制御され得る。さらに、入力角度スキャナ140の角度および直線的に変化するフィルタ138上の関連する位置にかかわらず、照明126は、出力同調可能フィルタ134上の共通の位置に向け直され、これは、フィルタリングされた照明126を任意の所望の光路に沿って向けることができる。例えば、入力および出力角度スキャナ140は、出力ビーム経路を修正することなく、したがってオーバーレイ計測システム100の追加の光学系のアライメントに影響を与えることなく、調整可能なフィルタリングを提供するように同時に調整されえる。

40

【0048】

さらに、複数の同調可能フィルタ134は、複数の照明パラメータの同調を提供するために直列に配置されてもよい。例えば、図1Cは、各照明チャネル120内の3つの同調可能フィルタ134を示す。そのような構成は、各照明チャネル120内の照明126の

50

強度およびスペクトルを調整するために好適であり得るが、それらに限定されない。例えば、1つの直線的に変化するフィルタ138は、直線的に変化する強度フィルタであってもよく、1つの直線的に変化するフィルタ138は、直線的に変化する低域スペクトルフィルタであってもよく、1つの直線的に変化するフィルタ138は、直線的に変化する高域スペクトルフィルタであってもよい。

【0049】

いくつかの実施形態では、オーバーレイ計測ツール102は、1つ以上の照明チャンネル120内の1つ以上の照明ビーム112の焦点位置を調整または制御するための1つ以上の焦点制御光学系142を含む。焦点位置調整は、限定されないが、異なる波長を有する測定または異なる深さにおけるフィーチャの測定に特に有用であり得ることが本明細書で

10

【0050】

例として、図1Bは、関連する照明ビーム112に対して独立した焦点制御を提供するために、照明チャンネル120の各々に焦点制御光学系142を含む。焦点制御光学系142は、1つ以上の変形可能ミラー、1つ以上の音響光学レンズ、1つ以上のボイスコイル、または1つ以上の並列移動可能レンズ（例えば、照明レンズ128のいずれかである）等であるが、それらに限定されない、少なくとも1つの照明ビーム112の焦点位置を修正するために好適な任意の種類または組み合わせの光学要素を含んでもよい。いくつかの実施形態では、焦点制御光学系142は、高い測定スループットを容易にするために1つ以上の追加の照明パラメータ（例えば、照明のスペクトル、強度、角度分布など）を調整するのに必要な時間内に焦点切り替えを提供するように設計することができる。このようにして、焦点制御光学系142は、高速焦点コントローラとして動作することができる。

20

【0051】

再び図1A～1Cを参照すると、オーバーレイ計測ツール102は、当技術分野で知られている任意の技術を用いて照明ビーム分布（例えば、構成照明ビーム112の数および入射角である）を生成または制御しうる。

30

【0052】

いくつかの実施形態では、オーバーレイ計測システム100は、1つ以上の照明ビーム112を規定するために照明瞳平面に1つ以上の開口（例えば、照明制御光学系130）を含む。いくつかの実施形態では、オーバーレイ計測システム100は、2つ以上の光ファイバに光を提供することによって、照明ビーム112を生成し、各光ファイバからの光出力は、照明瞳に提供され、または照明瞳に向けられ、照明ビーム112を提供する。いくつかの実施形態では、オーバーレイ計測システム100は、照明源124からの照明126を2つ以上の回折次数に回折することによって、1つ以上の照明ビーム112を生成し、回折次数のうちの少なくとも1つは、少なくとも1つの照明ビーム112を形成する。制御された回折による複数の照明ビームの効率的な生成は、概して、2020年4月23日に公開された米国特許出願公開US2020/0124408号に記載されている。これは、その全体が参照により本明細書に組み込まれる。

40

【0053】

いくつかの実施形態では、オーバーレイ計測ツール102は、両方の照明されたセル106から発する光または他の放射線（例えば、収集された光146）を捕捉するための対物レンズ144を含む。さらに、任意の照明チャンネル120からの照明ビーム112は、概して、対物レンズ144（例えば、スルーザレンズ（TTL）構成である）を通して、または対物レンズ144の開口数（例えば、レンズ外（OTL）構成である）の外側で、試料110に指向されてもよい。例えば、図1Bは、TTL構成を示す。

50

【 0 0 5 4 】

いくつかの実施形態では、オーバーレイ計測ツール 1 0 2 は、収集された光 1 4 6 を 2 つの照明されたセル 1 0 6 から異なる収集チャンネル 1 2 2 に分離するための 1 つ以上のフィルタリング光学系を含む。例えば、フィルタリング光学系は、X 方向セル 1 0 6 に関連する収集光 1 1 6 の部分を 1 つの収集チャンネル 1 2 2 に、Y 方向セル 1 0 6 に関連する収集光 1 1 6 を別の収集チャンネル 1 2 2 に選択的に向けることができる。

【 0 0 5 5 】

1 つ以上のフィルタリング光学系は、偏光フィルタリング、瞳面フィルタリング、または視野平面フィルタリングを含むが、それらに限定されない、任意の技法または技法の組み合わせを使用して、2 つの照明されたセル 1 0 6 と関連付けられる収集された光 1 1 6 を分離してもよい。

10

【 0 0 5 6 】

いくつかの実施形態では、フィルタリング光学系は、1 つ以上の直線偏光子または 1 つ以上の偏光ビームスプリッタ等であるが、それらに限定されない、1 つ以上の偏光フィルタを含み、偏光フィルタリングを実装する。本明細書では、偏光フィルタリングは、収集された光 1 1 6 が概して照明の偏光方向を保持し得るので、照明チャンネル 1 2 0 が直交直線偏光を有する照明ビーム分布を提供するときに特に効果的であり得ることが企図される。

【 0 0 5 7 】

例えば、図 1 B に示されるように、オーバーレイ計測ツール 1 0 2 は、照明 1 2 6 および収集された光 1 1 6 に共通の位置に偏光ビームスプリッタ 1 4 8 を含む。この構成では、偏光ビームスプリッタ 1 4 8 は、照明チャンネル 1 2 0 のそれぞれから直交直線偏光照明 1 2 6 を受け取り、この光を対物レンズ 1 4 4 に送ることができる。次いで、この偏光ビームスプリッタ 1 4 8 は、両方の照明されたセル 1 0 6 から収集された光 1 1 6 を受け取り、この収集された光 1 1 6 を偏光に基づいて 2 つの収集チャンネル 1 2 2 に分割することができる。図 1 B は、2 つの非偏光ビームスプリッタ 1 5 0 をさらに示し、1 つが各偏光方向に関連付けられ、その偏光方向について照明 1 2 6 と収集光 1 1 6 とを分離する。

20

【 0 0 5 8 】

別の例として、明示的には示されていないが、オーバーレイ計測ツール 1 0 2 は、収集チャンネル 1 2 2 のいずれかまたは両方に 1 つ以上の直線偏光子を含むことができる。例えば、1 つの収集チャンネル 1 2 2 は、X 方向に沿って整列された直線偏光子を含むことができ、1 つの収集チャンネル 1 2 2 は、Y 方向に沿って整列された直線偏光子を含むことができる。この構成では、直線偏光子は偏光フィルタリングを実施することができ、偏光フィルタリングは、照明ビーム分布が直交する直線偏光を有さない場合でも達成することができる。さらに、収集チャンネル 1 2 2 内の偏光子は、偏光ビームスプリッタ 1 4 8 によって提供されるものより高い消光比を提供し得、したがって、異なるセル 1 0 6 と関連付けられる収集された光 1 1 6 間のクロストークをさらに低減し得る。

30

【 0 0 5 9 】

いくつかの実施形態では、フィルタリング光学系は、1 つ以上の瞳平面内に 1 つ以上の空間フィルタ（例えば、瞳平面フィルタ）を含む。本明細書では、格子オーバー格子構造は、周期性の方向に分布する回折次数を生成することが企図される。したがって、周期性の直交方向を有するセル 1 0 6 からの回折次数は、瞳面内の直交方向に分布し、したがって、瞳面フィルタを使用してフィルタリングされ得る。

40

【 0 0 6 0 】

図 3 A ~ 図 3 B は、本開示の 1 つ以上の実施形態による、図 2 B のオーバーレイターゲット 1 0 8 の照明されたセル 1 0 6 からの回折次数の空間分布を示す。図 3 A は、本開示の 1 つ以上の実施形態による、図 2 B のオーバーレイターゲット 1 0 8 の X 方向セル 1 0 6 からの回折次数の分布を示す瞳平面の上面図である。特に、図 3 A は、垂直入射角での単一の照明ビーム 1 1 2 に応答した瞳境界 3 0 8 内の 0 次回折 3 0 2（例えば、鏡面反射）、X 方向 - 1 次回折 3 0 4、及び X 方向 + 1 次回折 3 0 6 を示す。図 3 B は、本開示の 1 つ以上の実施形態による、図 2 B のオーバーレイターゲット 1 0 8 の Y 方向セル 1 0 6

50

からの回折次数の分布を示す瞳平面の上面図である。特に、図 3 B は、垂直入射角での単一の照明ビーム 1 1 2 に応答した瞳境界 3 0 8 内の 0 次回折 3 0 2、Y 方向 - 1 次回折 3 1 0、及び Y 方向 + 1 次回折 3 1 2 を示す。図 3 A 及び図 3 B に示すように、X 方向セル 1 0 6 及び Y 方向セル 1 0 6 からの非ゼロ回折次数は、瞳平面内で重複せず、瞳平面フィルタを使用して分離することができる。例えば、1 つの収集チャンネル 1 2 2 は、照明された X 方向セル 1 0 6 から収集された光 1 1 6 を分離するために、少なくとも X 方向 - 1 次回折 3 0 4 および X 方向 + 1 次回折 3 0 6 を通過するように配向された開口を有する瞳面フィルタを含んでもよい。そして、1 つの集光チャンネル 1 2 2 は、少なくとも Y 方向 - 1 次回折 3 1 0 および Y 方向 + 1 次回折 3 1 2 を通過するように配向された開口を有する瞳面フィルタを含み、集光された光 1 1 6 を照明された Y 方向セル 1 0 6 から分離することができる。

10

【 0 0 6 1 】

いくつかの実施形態では、フィルタリング光学系は、1 つ以上の視野平面内の 1 つ以上の空間フィルタ（例えば、視野平面フィルタ）を含む。例えば、図 1 B は、収集チャンネル 1 2 2 の各々における視野絞り 1 5 2 を示す。特に、収集チャンネル 1 2 2 内の視野絞り 1 5 2 は、そのチャンネル内の収集領域を特定のセル 1 0 6 に制限することができる。

【 0 0 6 2 】

いくつかの実施形態では、各収集チャンネル 1 2 2 は、チャンネル内で収集された光 1 1 6 を捕捉するように構成される、1 つ以上の検出器 1 5 4 を含む。各収集チャンネル 1 2 2 は、試料 1 1 0 から収集された光 1 4 6 を修正および / または調整するのに適した 1 つ以上の光学素子をさらに含むことができる。いくつかの実施形態では、収集チャンネル 1 2 2 は、1 つ以上の収集経路レンズ 1 5 6（例えば、照明をコリメートするため、瞳面および / または視野面を中継するため等である）を含み、それは、対物レンズ 1 4 4 を含み得るが、それを含む必要はない。いくつかの実施形態では、収集チャンネル 1 2 2 は、収集された光 1 4 6 を成形または別様に制御する、1 つ以上の収集経路光学部 1 5 8 を含む。例えば、収集経路光学系 1 5 8 は、1 つ以上の視野絞り、1 つ以上の開口絞り、1 つ以上の偏光子、1 つ以上のスペクトルフィルタ、1 つ以上の強度フィルタ、1 つ以上のビームスプリッタ、1 つ以上の拡散器、1 つ以上のホモジナイザ、1 つ以上のアポダイザ、1 つ以上のビーム整形器または 1 つ以上のミラー（例えば、静的ミラー、並列移動可能ミラー、走査ミラーなどである）を含んでもよいが、それらに限定されない。

20

30

【 0 0 6 3 】

検出器 1 5 4 は、収集チャンネル 1 2 2 内の任意の選択された位置に配置することができる。いくつかの実施形態において、オーバーレイ計測ツール 1 0 2 は、瞳面（例えば、回折面）に検出器 1 5 4 を含み、瞳画像を生成する。これに関して、瞳画像は、検出器 1 5 4 上の試料 1 1 0 からの光の角度分布に対応し得る。例えば、セル 1 0 6 内の格子オーバー格子構造からの回折と関連付けられる回折次数は、瞳平面内で撮像または別様に観察されてもよい。一般的な意味で、検出器 1 5 4 は、試料 1 1 0 からの反射（または透過）、散乱、または回折光の任意の組み合わせを捕捉することができる。いくつかの実施形態では、オーバーレイ計測ツール 1 0 2 は、セル 1 0 6 からの選択された回折次数に基づいて試料 1 1 0 の画像を生成するために、視野平面（例えば、試料 1 1 0 と共役な平面である）に検出器 1 5 4 を含む。

40

【 0 0 6 4 】

オーバーレイ計測ツール 1 0 2 は、概して、オーバーレイを示す試料 1 1 0 からの光を捕捉するのに適した任意の数またはタイプの検出器 1 5 4 を含みえる。いくつかの実施形態では、検出器 1 5 4 は、静的試料を特徴付けるのに適した 1 つ以上の検出器 1 5 4 を含む。この点に関して、オーバーレイ計測ツール 1 0 2 は、測定中に試料 1 1 0 が静的である静的モードで動作しえる。例えば、検出器 1 5 4 は、電荷結合素子（CCD）または相補型金属酸化膜半導体（CMOS）デバイスなどであるがこれらに限定されない 2 次元画素アレイを含み得る。これに関して、検出器 1 5 4 は、単一の測定において 2 次元画像（例えば、視野平面画像又は瞳平面画像である）を生成することができる。

50

【 0 0 6 5 】

いくつかの実施形態では、検出器 1 5 4 は、移動する試料（例えば、走査された試料）を特徴付けるのに適した 1 つ以上の検出器 1 5 4 を含む。この点に関して、オーバーレイ計測ツール 1 0 2 は、測定中に試料 1 1 0 が測定視野に対して走査される走査モードで動作してもよい。例えば、検出器 1 5 4 は、選択された画像許容差（例えば、画像のぼけ、コントラスト、シャープネスなど）内で走査中に 1 つ以上の画像を捕捉するのに十分な捕捉時間および/またはリフレッシュレートを有する 2 D 画素アレイを含むことができる。別の例として、検出器 1 5 4 は、一度に 1 ラインの画素の画像を連続的に生成するライン走査検出器を含むことができる。別の例として、検出器 1 5 4 は、時間遅延積分（T D I）検出器を含み得る。T D I 検出器は、試料 1 1 0 の運動が T D I 検出器内の電荷転送クロック信号に同期されるとき、試料 1 1 0 の連続画像を生成することができる。

10

【 0 0 6 6 】

いくつかの実施形態では、オーバーレイ計測システム 1 0 0 は、試料 1 1 0 上の 1 つ以上の照明ビーム 1 1 2（または照明ビーム分布）の位置を制御する 1 つ以上のビーム走査光学系 1 6 0 を含む。例示として、図 1 B は、各照明チャネル 1 2 0 内にビーム走査光学系 1 6 0 を含む。

【 0 0 6 7 】

本明細書では、ビーム走査光学系 1 6 0 は、本開示の 1 つ以上の実施形態に従って様々な方法で利用され得ることが企図される。

【 0 0 6 8 】

いくつかの実施形態では、両方の照明チャネル 1 2 0 に配置されたビーム走査光学系 1 6 0 は、同期パターンで走査して、セル 1 0 6 にわたってそれぞれの照明分布を走査することができる。この同期走査は、有利には、格子オーバー格子構造の不完全性と関連付けられる雑音を軽減し、および/またはコヒーレント照明 1 2 6 と関連付けられるスペックルの影響を軽減してもよい。しかしながら、本明細書では、そのようなスペックルは、加えて、または代替として、他の技法を使用して軽減されてもよいことが検討される。例えば、コヒーレント照明 1 2 6 は、マルチモードファイバの入力面上で走査することができ、マルチモードファイバの出力は、試料 1 1 0 上に結像される。そのようなマルチモードファイバは、照明チャネル 1 2 0 のいずれかの前またはその中に位置してもよい。

20

【 0 0 6 9 】

いくつかの実施形態では、1 つ以上の照明チャネル 1 2 0 内のビーム走査光学系 1 6 0 は、関連付けられた照明ビーム分布の分離を調整または別様に制御するために使用される。このようにして、各照明チャネル 1 2 0 からの照明ビーム分布は、異なるセル 1 0 6 に中心を置くことができる。さらに、この構成は、任意の選択されたセル分離を有するターゲットの測定を柔軟に提供することができる。例えば、図 1 B では、ビーム走査光学系 1 6 0 は、図の平面内で傾斜して、図の平面内で試料 1 1 0 上の関連する照明ビーム分布を逸脱することができる。

30

【 0 0 7 0 】

照明 1 2 6 および/または収集された光 1 1 6 が、照明または収集のいずれかの間の非対称回折を回避するために、任意の視野絞りの中心にあることを確実にすることが望ましくあり得ることが、本明細書でさらに企図される。いくつかの実施形態において、オーバーレイ計測システム 1 0 0 は、1 つ以上の調整可能な視野絞り（例えば、アクチュエータに取り付けられた視野絞り等である）を含み、これは他のコンポーネントに同期されてもよいが、同期される必要はない。例えば、図 1 B は、任意選択でビーム走査光学系 1 6 0 に同期させることができる照明チャネル 1 2 0 及び収集チャネル 1 2 2 の両方における調整可能な視野絞り 1 5 2 を示す。このようにして、照明 1 2 6 および収集された光 1 1 6 は、試料 1 1 0 上の照明ビーム分布の位置が調整されても、それぞれの絞りの中心に留まることができる。

40

【 0 0 7 1 】

再び図 1 A を参照して、オーバーレイ計測システム 1 0 0 のさまざまな追加のコンポー

50

ネットが、本開示の１つ以上の実施形態に従ってより詳細に説明される。

【００７２】

いくつかの実施形態において、オーバーレイ計測システム１００は、オーバーレイ計測ツール１０２および／またはその中の任意のコンポーネントに通信可能に結合されたコントローラ１６２を含む。いくつかの実施形態では、コントローラ１６２は、１つ以上のプロセッサ１６４を含む。たとえば、１つ以上のプロセッサ１６４は、メモリデバイス１６６またはメモリ内に維持されるプログラム命令のセットを実行するように構成され得る。コントローラ１６２の１つ以上のプロセッサ１６４は、当技術分野で知られている任意の処理要素を含むことができる。この意味で、１つ以上のプロセッサ１６４は、アルゴリズムおよび／または命令を実行するように構成された任意のマイクロプロセッサタイプのデバイスを含み得る。

10

【００７３】

コントローラ１６２の１つ以上のプロセッサ１６４は、当技術分野で知られている任意のプロセッサまたは処理要素を含むことができる。本開示の目的のために、「プロセッサ」または「処理要素」という用語は、１つ以上の処理または論理要素（例えば、１つ以上のマイクロプロセッサデバイス、１つ以上の特定用途向け集積回路（ASIC）デバイス、１つ以上のフィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）、または１つ以上のデジタル信号プロセッサ（DSP））を有する任意のデバイスを包含するように広く定義され得る。この意味で、１つ以上のプロセッサ１６４は、アルゴリズムおよび／または命令（たとえば、メモリに記憶されたプログラム命令）を実行するように構成された任意のデバイスを含み得る。いくつかの実施形態において、１つ以上のプロセッサ１６４は、デスクトップコンピュータ、メインフレームコンピュータシステム、ワークステーション、画像コンピュータ、並列プロセッサ、ネットワーク接続されたコンピュータ、または本開示を通して記載されるようにオーバーレイ計測システム１００と共に動作または動作するように構成されたプログラムを実行するよう構成された任意の他のコンピュータシステムとして具現化されてもよい。さらに、オーバーレイ計測システム１００の異なるサブシステムは、本開示に記載されたステップの少なくとも一部を実行するのに適したプロセッサまたは論理要素を含みうる。したがって、上記の説明は、本開示の実施形態に対する限定として解釈されるべきではなく、単なる例示として解釈されるべきである。さらに、本開示全体にわたって説明されるステップは、単一のコントローラによって、または代替として、複数のコントローラによって実行され得る。さらに、コントローラ１６２は、共通のハウジングまたは複数のハウジング内に収容された１つ以上のコントローラを含むことができる。このようにして、任意のコントローラまたはコントローラの組み合わせが、オーバーレイ計測システム１００への統合に適したモジュールとして別個にパッケージ化されえる。

20

30

【００７４】

メモリデバイス１６６は、関連する１つ以上のプロセッサ１６４によって実行可能なプログラム命令を記憶するのに適した、当技術分野で知られている任意の記憶媒体を含み得る。例えば、メモリデバイス１６６は、非一時的メモリ媒体を含んでもよく、別の例として、メモリデバイス１６６は、限定はしないが、読取り専用メモリ（ROM）、ランダムアクセスメモリ（RAM）、磁気または光学メモリデバイス（例えば、ディスク）、磁気テープを含んでもよい。ソリッドステートドライブなど。さらに、メモリデバイス１６６は、１つ以上のプロセッサ１６４とともに共通のコントローラハウジング内に収容され得ることに留意されたい。いくつかの実施形態では、メモリデバイス１６６は、１つ以上のプロセッサ１６４およびコントローラ１６２の物理的場所に対して遠隔に位置してもよい。たとえば、コントローラ１６２の１つ以上のプロセッサ１６４は、ネットワーク（例えば、インターネット、イントラネットなど）を介してアクセス可能なりモートメモリ（たとえば、サーバ）にアクセスすることができる。

40

【００７５】

コントローラ１６２は、オーバーレイ計測ツール１０２またはその中の任意のコンポーネントからのデータを（例えば、制御信号を介して）指示または受信しうる。コントロー

50

ラ 1 6 2 は、本開示全体にわたって説明される様々なプロセスステップのいずれかを実行するようにさらに構成され得る。

【 0 0 7 6 】

いくつかの実施形態では、オーバーレイ計測システム 1 0 0 は、コントローラ 1 6 2 に通信可能に結合されたユーザインターフェース 1 6 8 を含む。いくつかの実施形態では、ユーザインターフェース 1 6 8 は、1 つ以上のデスクトップ、ラップトップ、タブレット、および同等物を含んでもよいが、それらに限定されない。いくつかの実施形態では、ユーザインターフェース 1 6 8 は、オーバーレイ計測システム 1 0 0 のデータをユーザに表示するために使用されるディスプレイを含む。ユーザインターフェース 1 6 8 のディスプレイは、当技術分野で知られている任意のディスプレイを含み得る。例えば、ディスプレイは、液晶ディスプレイ (LCD)、有機発光ダイオード (OLED) ベースのディスプレイ、または CRT ディスプレイを含んでもよいが、それらに限定されない。当業者は、ユーザインターフェース 1 6 8 との統合が可能な任意のディスプレイデバイスが、本開示における実装に好適であることを認識するはずである。いくつかの実施形態では、ユーザは、ユーザインターフェース 1 6 8 のユーザ入力デバイスを介してユーザに表示されるデータにตอบสนองして、選択および / または命令を入力してもよい。

10

【 0 0 7 7 】

ここで図 4 を参照すると、図 4 は、本開示の 1 つ以上の実施形態によるオーバーレイ計測のための方法 4 0 0 において実行されるステップを示すフロー図である。出願人は、オーバーレイ計測システム 1 0 0 の文脈において本明細書で前に説明された実施形態および有効化技術は、方法 4 0 0 に拡張されると解釈されるべきであることに留意する。しかしながら、方法 4 0 0 は、オーバーレイ計測システム 1 0 0 のアーキテクチャに限定されないことにさらに留意されたい。

20

【 0 0 7 8 】

いくつかの実施形態では、方法 4 0 0 は、オーバーレイターゲット上のセル対の第 1 の方向セルを、第 1 の直線偏光を有する第 1 の照明ビーム分布で同時に照明し、セル対の第 2 の方向セルを、第 1 の直線偏光に直交する第 2 の直線偏光を有する第 2 の照明ビーム分布で同時に照明するステップ 4 0 2 を含む。例えば、オーバーレイターゲットは、図 2 A ~ 図 2 B に示すように直交方向に配向された格子オーバー格子構造を有する 2 つ以上のセル対を含み得る。

30

【 0 0 7 9 】

ステップ 4 0 2 は、任意の数または構成の照明ビームで第 1 の方向セルおよび第 2 の方向セルを照明することを含み得、第 1 の照明ビーム分布および第 2 の照明ビーム分布は、別々に制御され得る。いくつかの実施形態では、ステップ 4 0 4 は、第 1 および第 2 の照明ビーム分布で第 1 の方向セルおよび第 2 の方向セルの両方をアンダーフィルすることを含み得る。さらに、ステップ 4 0 2 は、第 1 の方向セルおよび第 2 の方向セルにわたって第 1 の照明ビーム分布および第 2 の照明ビーム分布を同期的に走査することを含むことができ、これにより、ターゲットノイズおよび / またはスペックルを軽減することができる。

【 0 0 8 0 】

いくつかの実施形態では、方法 4 0 0 は、試料からの光 (例えば、第 1 の方向セル及び第 2 の方向セル) を収集光として収集するステップ 4 0 4 を含む。いくつかの実施形態では、方法 4 0 0 は、2 つ以上のセル対の第 1 の方向セルに関連する収集された光の部分を第 1 の収集チャンネルに向けるステップ 4 0 6 を含む。いくつかの実施形態では、方法 4 0 0 は、2 つ以上のセル対の第 2 の方向セルに関連する収集された光の部分を第 2 の収集チャンネルに向けるステップ 4 0 8 を含む。このようにして、第 1 の方向セルおよび第 2 の方向セルのオーバーレイを示す収集された光を並列に収集することができる。例えば、ステップ 4 0 6 および / またはステップ 4 0 8 は、偏光フィルタ、瞳面フィルタ、または視野平面フィルタの任意の組み合わせ、例えば、これらに限定されないが、オーバーレイ計測システム 1 0 0 の文脈において示されるものを用いて実装されえる。

40

【 0 0 8 1 】

50

いくつかの実施形態では、方法 400 は、2 つ以上のセル対（例えば、2 つ以上のセルペアについてステップ 402 ~ 408 を繰り返すことに基づく）の第 1 の方向セルに関連するデータに基づいて、第 1 の方向に沿って第 1 のオーバーレイ測定値を生成するステップ 410 を含む。いくつかの実施形態では、方法 400 は、2 つ以上のセル対の第 2 の方向セルに関連付けられたデータに基づいて、第 2 の方向に沿って第 2 のオーバーレイ測定値を生成するステップ 412 を含む。

【0082】

本明細書では、方法 400 は、収集された光のクロストークを最小限または無視できる程度にして、ターゲットセルの並列測定を有利に提供し得ることが企図される。このようにして、方法 400 は、すべてのセルが順次測定される技術に対して 2 倍だけ、所与のオーバーレイターゲットの逐次測定の必要数を減らしうる。さらに、このスループットの増加は、測定の精度または感度を犠牲にしないことがある。

【0083】

本明細書で説明される主題は、場合によっては、他の構成要素内に含まれる、または他の構成要素と接続される、異なる構成要素を図示する。そのような描写されたアーキテクチャは、単なる例示であり、実際には、同じ機能性を達成する多くの他のアーキテクチャが実装され得ることを理解されたい。概念的な意味では、同じ機能を達成するための構成要素の任意の配置は、所望の機能が達成されるように効果的に「関連付けられる」。したがって、特定の機能を達成するために組み合わせられた本明細書の任意の 2 つの構成要素は、アーキテクチャまたは中間構成要素にかかわらず、所望の機能が達成されるように互いに「関連付けられる」と見なすことができる。同様に、そのように関連付けられた任意の 2 つの構成要素はまた、所望の機能性を達成するために、相互に「接続」または「結合」されていると見なされることができ、そのように関連付けられることが可能な任意の 2 つの構成要素はまた、所望の機能性を達成するために、相互に「結合可能」とであると見なされることができ。結合可能な特定の例は、物理的に相互作用可能な及び／又は物理的に相互作用するコンポーネント及び／又は無線で相互作用可能な及び／又は無線で相互作用するコンポーネントを含むが、これらに限定されない。

【0084】

本開示およびその付随する利点の多くは、前述の説明によって理解されるであろうと考えられ、開示される主題から逸脱することなく、またはその物質的利点の全てを犠牲にすることなく、構成要素の形態、構造、および配置において種々の変更が行われ得ることが明白となるであろう。説明される形態は単なる説明であり、そのような変更を包含し、含むことが以下の特許請求の範囲の意図である。さらに、本発明は添付の特許請求の範囲によって定義されることを理解されたい。

10

20

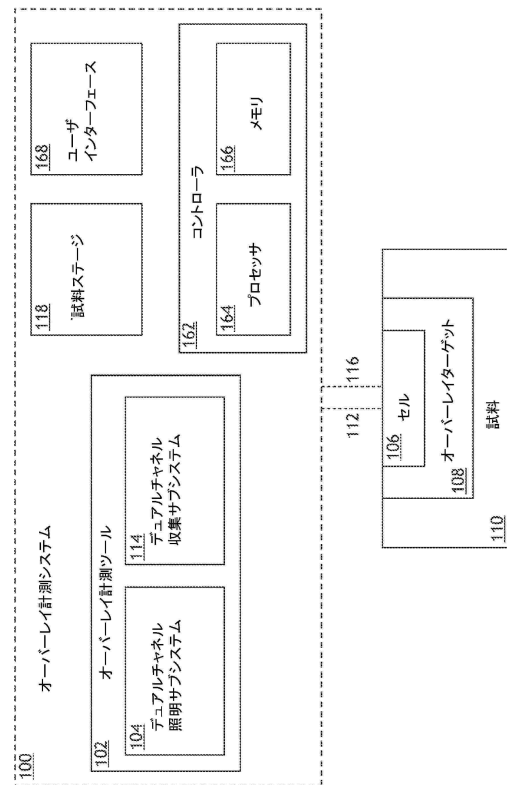
30

40

50

【図面】

【 図 1 A 】



【 図 1 B 】

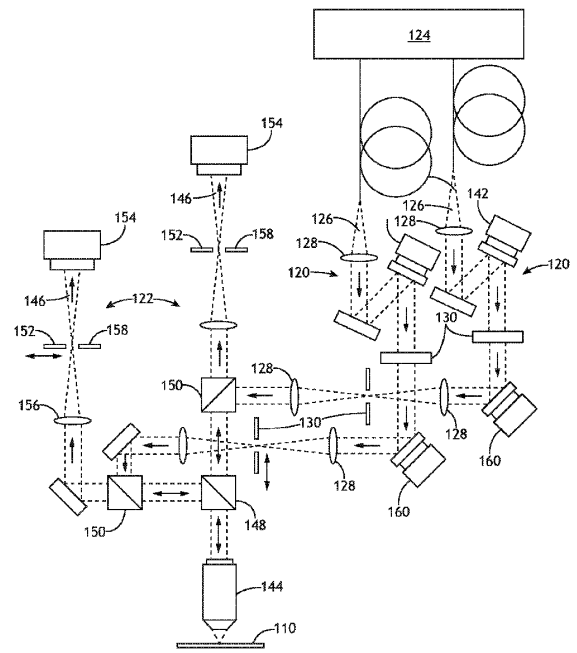


FIG.1B

【 図 1 C 】

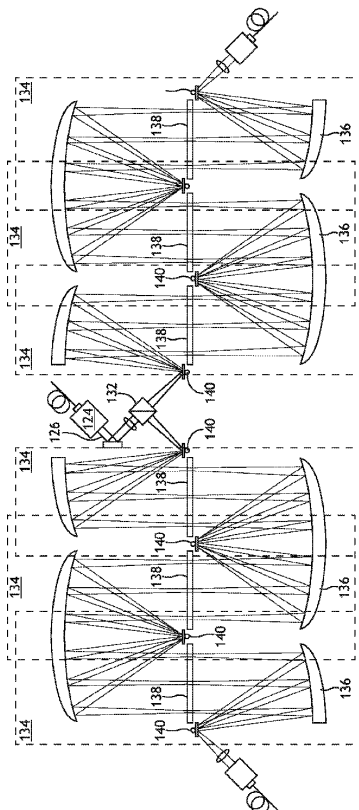


FIG. 1C

【 図 2 A 】

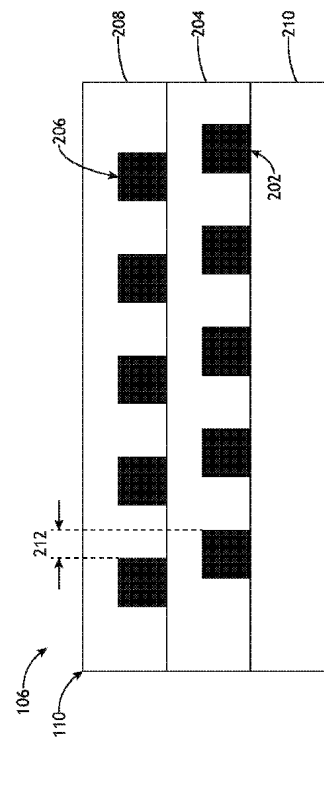


FIG. 2A

【図 2 B】

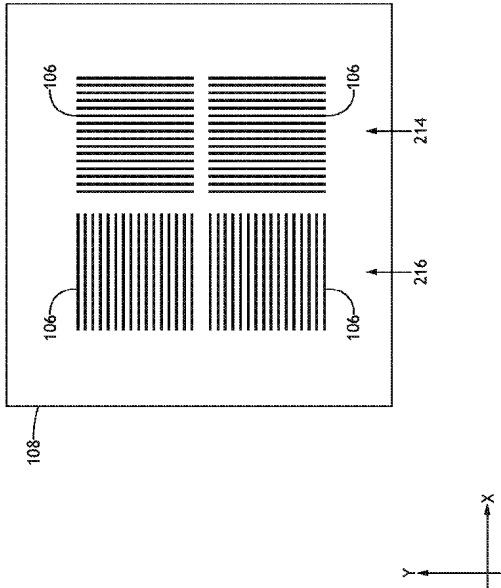


FIG.2B

【図 3 A】

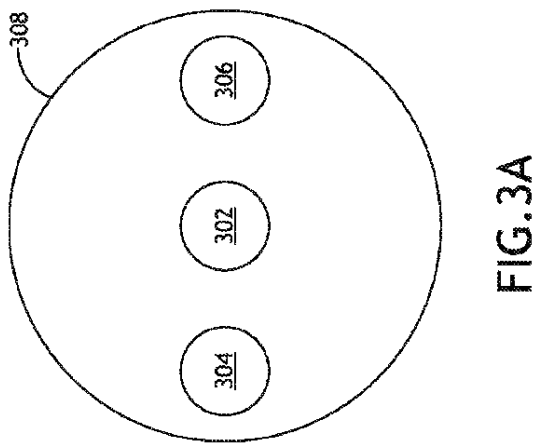


FIG.3A

10

【図 3 B】

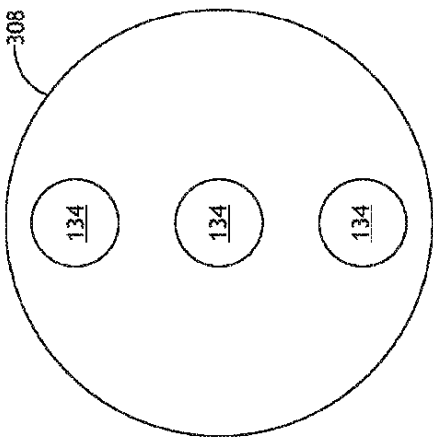
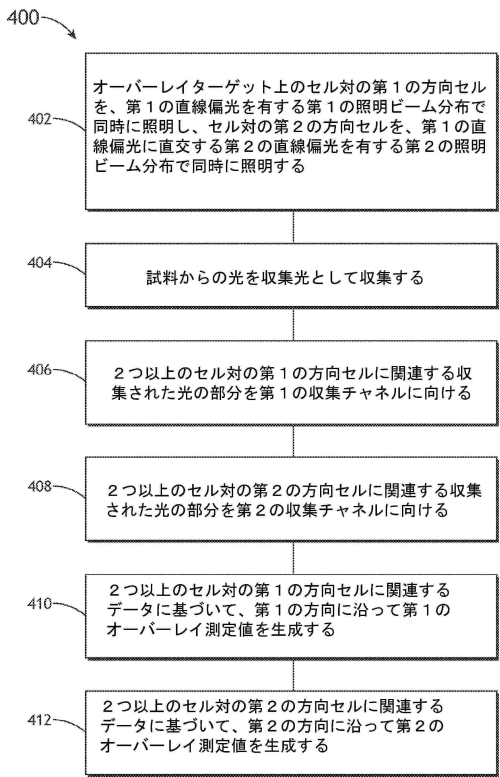


FIG.3B

【図 4】



20

30

40

50

フロントページの続き

スディム ストリート 130

審査官 平野 崇

- (56)参考文献 特表2019-526053(JP,A)
米国特許出願公開第2018/0335346(US,A1)
特表2023-511729(JP,A)
国際公開第2021/151754(WO,A1)
米国特許出願公開第2021/0116819(US,A1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H01L 21/66
G01N 21/88
G01N 21/956
G01B 11/00