

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7569938号
(P7569938)

(45)発行日 令和6年10月18日(2024.10.18)

(24)登録日 令和6年10月9日(2024.10.9)

(51)国際特許分類

FI

G 0 3 F 7/20 (2006.01) G 0 3 F 7/20 5 2 1

H 0 1 L 21/66 (2006.01) G 0 3 F 7/20 5 0 1

H 0 1 L 21/66 J

請求項の数 24 (全26頁)

(21)出願番号	特願2023-534382(P2023-534382)	(73)特許権者	500049141
(86)(22)出願日	令和3年11月30日(2021.11.30)		ケーエルエー コーポレーション
(65)公表番号	特表2023-553053(P2023-553053 A)		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
(43)公表日	令和5年12月20日(2023.12.20)	(74)代理人	110001210
(86)国際出願番号	PCT/US2021/061296		弁理士法人Y K I 国際特許事務所
(87)国際公開番号	WO2022/125340	(72)発明者	パスコバー ユリ
(87)国際公開日	令和4年6月16日(2022.6.16)		イスラエル ビンヤミナ セオラ ストリート 3 2 エー
審査請求日	令和6年9月5日(2024.9.5)	(72)発明者	グドル イタイ
(31)優先権主張番号	17/119,536		イスラエル ハレヴィー バイト ハレヴィー 3 1 7
(32)優先日	令和2年12月11日(2020.12.11)	(72)発明者	ルバシェフスキー ユヴァル
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		イスラエル ハイファ スモレンスキン ストリート 2 2
早期審査対象出願			

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 オンザフライ散乱計測オーバーレイ計測ターゲット

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1セルを含む計測ターゲットであって、前記第1セルは、
第1サンプル層の第1測定方向に沿って形成された第1セットのパターン要素の第1部分であって、前記第1セットのパターン要素が、第1ピッチを有するセグメント化されたパターン要素を含む、第1測定方向に沿って形成された第1セットのパターン要素の第1部分と、
第2サンプル層の前記第1測定方向に沿って形成された第2セットのパターン要素の第1部分であって、前記第2セットのパターン要素が、第2ピッチを有するセグメント化されたパターン要素を含む、前記第1測定方向に沿って形成された第2セットのパターン要素の第1部分と、
前記第1サンプル層の前記第1測定方向に沿って形成された第3セットのパターン要素の第1部分であって、前記第3セットのパターン要素が、第3ピッチを有するセグメント化されたパターン要素を含み、サンプルが移動する間の前記第1、第2、及び第3セットのパターン要素の前記第1部分により入射する照射ビームの回折次数の強度または位相変動の少なくとも一つは、前記第1測定方向に沿った前記第1及び第2サンプル層の間のオーバーレイに相関する、前記第1測定方向に沿って形成された第3セットのパターン要素の第1部分と、
を含む、第1セルを含む計測ターゲット。

【請求項2】

第2セルを更に含み、前記第2セルは、
前記第1サンプル層の前記第1セットのパターン要素の第2部分であって、前記第1セットのパターン要素の前記第2部分が、第2測定方向に沿って形成されている、前記第1セットのパターン要素の第2部分と、
前記第2サンプル層の前記第2セットのパターン要素の第2部分であって、前記第2セットのパターン要素の前記第2部分が、前記第2測定方向に沿って形成されている、前記第2セットのパターン要素の第2部分と、
前記第1サンプル層の前記第3セットのパターン要素の第2部分であって、前記第3セットのパターン要素の前記第2部分が、前記第2測定方向に沿って形成され、前記サンプルが移動する間の、前記第1、第2、及び第3セットのパターン要素の前記第2部分により入射する照射ビームの回折次数の強度または位相変動の少なくとも一つは、前記第2測定方向に沿った前記第1及び第2サンプル層の間のオーバーレイに相関する、前記第3セットのパターン要素の第2部分と、
を含む、請求項1に記載の計測ターゲット。

【請求項3】

前記計測ターゲットは、散乱計測ベースのオーバーレイ（SCOL）計測モードと互換性がある、請求項2に記載の計測ターゲット。

【請求項4】

前記計測ターゲットは、1つ又は複数のオンザフライ計測モードと互換性がある、請求項3に記載の計測ターゲット。

【請求項5】

前記サンプルが移動する間の前記第1、第2、及び前記第3セットのパターン要素の前記第2部分により入射する照射ビームの回折次数の強度または位相変動の少なくとも一つは、前記第2測定方向に沿った前記第1及び第2サンプル層の間のオーバーレイに相関し、前記回折次数は、+1回折次数または-1次回折次数の少なくともいずれかを含む、請求項2に記載の計測ターゲット。

【請求項6】

前記サンプルは半導体ウェーハを含む、請求項1に記載の計測ターゲット。

【請求項7】

前記サンプルが移動する間の前記第1、第2、及び前記第3セットのパターン要素の前記第1部分により入射する照射ビームの回折次数の強度または位相変動の少なくとも一つは、前記第1測定方向に沿った前記第1及び第2サンプル層の間のオーバーレイに相関し、前記回折次数は、+1回折次数または-1次回折次数の少なくともいずれかを含む、請求項1に記載の計測ターゲット。

【請求項8】

システムであって、

1つ又は複数の計測サブシステムに通信可能に結合された1つ又は複数のプロセッサを有する1つ又は複数のコントローラであって、前記1つ又は複数のプロセッサは、メモリに保持されたプログラム命令のセットを実行するように構成され、前記プログラム命令のセットは、前記1つ又は複数のプロセッサに、

前記1つ又は複数の計測サブシステムの1つ又は複数の腫面の1つ又は複数の検出器から、サンプルの1つ又は複数の計測ターゲット上の照明ビームの回折次数に関係する強度又は位相変動の少なくとも1つを示す1つ又は複数の信号を受信するステップであって、前記サンプルの前記1つ又は複数の計測ターゲットは、第1セルを含み、前記第1セルは、第1サンプル層の第1測定方向に沿って形成された第1セットのパターン要素の第1部分であって、前記第1セットのパターン要素が、第1ピッチを有するセグメント化されたパターン要素を含む、第1測定方向に沿って形成された第1セットのパターン要素の第1部分と、第2サンプル層の前記第1測定方向に沿って形成された第2セットのパターン要素の第1部分であって、前記第2セットのパターン要素が、第2ピッチを有するセグメント化されたパターン要素を含む、前記第1測定方向に沿って形成された第2セットのパ

10

20

30

40

50

ターン要素の第1部分と、前記第1サンプル層の前記第1測定方向に沿って形成された第3セットのパターン要素の第1部分であって、前記第3セットのパターン要素が、第3ピッチを有するセグメント化されたパターン要素を含む、前記第1測定方向に沿って形成された第3セットのパターン要素の第1部分と、を含む、ステップと、

前記1つ又は複数の計測サブシステムから受信し、前記サンプルが移動する間の前記第1、第2、及び前記第3セットのパターン要素の前記第1部分により入射する照射ビームの回折次数の強度または位相変動の少なくとも一つに關係する前記信号に基づき、前記第1測定方向に沿った前記第1及び第2サンプル層の間のオーバーレイ誤差測定を生成するステップと、

を行わせるように構成されている1つ又は複数のコントローラを含む、システム。

【請求項9】

前記サンプルの前記1つ又は複数の計測ターゲットは、第2セルを更に含み、前記第2セルは、

前記第1サンプル層の前記第1セットのパターン要素の第2部分であって、前記第1セットのパターン要素の前記第2部分は、第2測定方向に沿って形成されている、前記第1セットのパターン要素の第2部分と、

前記第2サンプル層の前記第2セットのパターン要素の第2部分であって、前記第2セットのパターン要素の前記第2部分は、前記第2測定方向に沿って形成されている、前記第2セットのパターン要素の第2部分と、

前記第1サンプル層の前記第3セットのパターン要素の第2部分であって、前記第3セットのパターン要素の前記第2部分は、前記第2測定方向に沿って形成されている、前記第3セットのパターン要素の第2部分と、

を含み、前記プログラム命令のセットは、前記1つ又は複数のプロセッサに、更に、前記1つ又は複数の計測サブシステムから受信し、前記サンプルが移動する間の前記第1、第2、及び前記第3セットのパターン要素の前記第2部分により入射する照射ビームの回折次数の強度または位相変動の少なくとも一つに關係する前記信号に基づき、前記第2測定方向に沿った前記第1及び第2サンプル層の間のオーバーレイ誤差測定を生成するステップと、

を行わせる請求項8に記載のシステム。

【請求項10】

前記サンプルが移動する間の前記第1、第2、及び前記第3セットのパターン要素の前記第2部分により入射する照射ビームの回折次数の強度または位相変動の少なくとも一つは、前記第2測定方向に沿った前記第1及び第2サンプル層の間のオーバーレイに相關し、前記回折次数は、+1回折次数または-1次回折次数の少なくともいずれかを含む、請求項9に記載のシステム。

【請求項11】

前記1つ又は複数の計測サブシステムは、
前記照明ビームを生成するように構成された照明源と、

前記照明源からの前記照明ビームを前記サンプル上に誘導するように構成された1つ又は複数の照明要素と、

前記サンプルから発する照明を収集して、前記信号を生成するために前記照明を前記1つ又は複数の検出器に誘導するように構成された1つ又は複数の投影要素と、

を含む、請求項8に記載のシステム。

【請求項12】

前記1つ又は複数の計測サブシステムは、1つ又は複数の散乱計測ベースのオーバーレイ（SCOL）計測サブシステムを含む、請求項11に記載のシステム。

【請求項13】

前記第1オーバーレイ測定値、前記第2オーバーレイ測定値、及び前記第3オーバーレイ測定値は、オンザフライで取得される、請求項12に記載のシステム。

【請求項14】

前記サンプルは半導体ウェーハを含む、請求項 8 に記載のシステム。

【請求項 15】

前記サンプルが移動する間の前記第 1、第 2、及び前記第 3 セットのパターン要素の前記第 1 部分により入射する照射ビームの回折次数の強度または位相変動の少なくとも一つは、前記第 1 測定方向に沿った前記第 1 及び第 2 サンプル層の間のオーバーレイに相関し、前記回折次数は、+ 1 回折次数または - 1 次回折次数の少なくともいずれかを含む、請求項 8 に記載のシステム。

【請求項 16】

オーバーレイを測定する方法であって、

1 つ又は複数の計測ターゲットを有するサンプルを照明するステップと、

前記サンプルの前記 1 つ又は複数の計測ターゲットの 1 つ又は複数の瞳面の 1 つ又は複数の検出器から、サンプルの 1 つ又は複数の計測ターゲット上の照明ビームの回折次数に
関係する強度又は位相変動の少なくとも 1 つを示す 1 つ又は複数の信号を検出するステッ
プであって、前記サンプルの前記 1 つ又は複数の計測ターゲットは、第 1 セルを含み、前
記第 1 セルは、

第 1 サンプル層の前記第 1 測定方向に沿って形成された第 1 セットのパターン要素の第 1 部分
であって、前記第 1 セットのパターン要素が、第 1 ピッチを有するセグメント化されたパ
ターン要素を含む、第 1 測定方向に沿って形成された第 1 セットのパターン要素の第 1 部
分と、

第 2 サンプル層の前記第 1 測定方向に沿って形成された第 2 セットのパターン要素の第 1
部分であって、前記第 2 セットのパターン要素が、第 2 ピッチを有するセグメント化され
たパターン要素を含む、前記第 1 測定方向に沿って形成された第 2 セットのパターン要素
の第 1 部分と、

前記第 1 サンプル層の前記第 1 測定方向に沿って形成された第 3 セットのパターン要素の
第 1 部分であって、前記第 3 セットのパターン要素が、第 3 ピッチを有するセグメント化
されたパターン要素を含む、前記第 1 測定方向に沿って形成された第 3 セットのパターン
要素の第 1 部分と、を含む、ステップと、

前記 1 つ又は複数の計測サブシステムから受信し、前記サンプルが移動する間の前記第 1、
第 2、及び前記第 3 セットのパターン要素の前記第 1 部分により入射する照射ビームの
回折次数の強度または位相変動の少なくとも一つに關係する前記信号に基づき、前記第 1
測定方向に沿った前記第 1 及び第 2 サンプル層の間のオーバーレイ誤差測定を生成するス
テップと、

を含む、方法。

【請求項 17】

前記サンプルの前記 1 つ又は複数の計測ターゲットは、第 2 セルを更に含み、前記第 2
セルは、

前記第 1 サンプル層の前記第 1 セットのパターン要素の第 2 部分であって、前記第 1 セッ
トのパターン要素の前記第 2 部分が、第 2 測定方向に沿って形成されている、前記第 1 セ
ットのパターン要素の第 2 部分と、

前記第 2 サンプル層の前記第 2 セットのパターン要素の第 2 部分であって、前記第 2 セッ
トのパターン要素の前記第 2 部分が、前記第 2 測定方向に沿って形成されている、前記第
2 セットのパターン要素の第 2 部分と、

前記第 1 サンプル層の前記第 3 セットのパターン要素の第 2 部分であって、前記第 3 セッ
トのパターン要素の前記第 2 部分は、前記第 2 測定方向に沿って形成されている、前記第
3 セットのパターン要素の第 2 部分と、を含む、

更に、

前記 1 つ又は複数の計測サブシステムから受信し、前記サンプルが移動する間の前記第
1、第 2、及び前記第 3 セットのパターン要素の前記第 2 部分により入射する照射ビーム
の回折次数の強度または位相変動の少なくとも一つに關係する前記信号に基づき、前記第
2 測定方向に沿った前記第 1 及び第 2 サンプル層の間のオーバーレイ誤差測定を生成する

10

20

30

40

50

ステップと、

を含む、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 18】

前記 1 つ又は複数の計測ターゲットは、散乱計測ベースのオーバーレイ（SCOL）計測モードと互換性がある、請求項 17 に記載の方法。

【請求項 19】

前記第 1 オーバーレイ測定値、前記第 2 オーバーレイ測定値、及び前記第 3 オーバーレイ測定値は、オンザフライで取得される、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 20】

前記サンプルが移動する間の前記第 1、第 2、及び前記第 3 セットのパターン要素の前記第 2 部分により入射する照射ビームの回折次数の強度または位相変動の少なくとも一つは、前記第 2 測定方向に沿った前記第 1 及び第 2 サンプル層の間のオーバーレイに相関し、前記回折次数は、+1 回折次数または-1 次回折次数の少なくともいずれかを含む、

請求項 17 に記載の方法。

【請求項 21】

前記サンプルは、半導体ウェーハを含む、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 22】

前記サンプルが移動する間の前記第 1、第 2、及び前記第 3 セットのパターン要素の前記第 1 部分により入射する照射ビームの回折次数の強度または位相変動の少なくとも一つは、前記第 1 測定方向に沿った前記第 1 及び第 2 サンプル層の間のオーバーレイに相関し、前記回折次数は、+1 回折次数または-1 次回折次数の少なくともいずれかを含む、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 23】

計測ターゲットを形成する方法であって、

第 1 セルを形成するステップであって、前記第 1 セルは、

第 1 サンプル層の第 1 測定方向に沿って形成された第 1 セットのパターン要素の第 1 部分であって、前記第 1 セットのパターン要素が、第 1 ピッチを有するセグメント化されたパターン要素を含む、第 1 測定方向に沿って形成された第 1 セットのパターン要素の第 1 部分と、

第 2 サンプル層の前記第 1 測定方向に沿って形成された第 2 セットのパターン要素の第 1 部分であって、前記第 2 セットのパターン要素が、第 2 ピッチを有するセグメント化されたパターン要素を含む、前記第 1 測定方向に沿って形成された第 2 セットのパターン要素の第 1 部分と、

前記第 1 サンプル層の前記第 1 測定方向に沿って形成された第 3 セットのパターン要素の第 1 部分であって、前記第 3 セットのパターン要素が、第 3 ピッチを有するセグメント化されたパターン要素を含む、前記第 1 測定方向に沿って形成された第 3 セットのパターン要素の第 1 部分と、を含み、サンプルが移動する間の前記第 1、第 2、及び第 3 セットのパターン要素の前記第 1 部分により入射する照射ビームの回折次数の強度または位相変動の少なくとも一つは、前記第 1 測定方向に沿った前記第 1 及び第 2 サンプル層の間のオーバーレイに相関する、ステップを含む、方法。

【請求項 24】

第 2 セルを形成するステップであって、前記第 2 セルは、

前記第 1 セットのパターン要素の第 2 部分であって、前記第 1 セットのパターン要素の前記第 2 部分が、前記第 1 サンプル層の第 2 測定方向に沿って形成されている、前記第 1 セットのパターン要素の第 2 部分と、

前記第 2 セットのパターン要素の第 2 部分であって、前記第 2 セットのパターン要素の前記第 2 部分が、前記第 2 サンプル層の前記第 2 測定方向に沿って形成されている、前記第 2 セットのパターン要素の第 2 部分と、

前記第 3 セットのパターン要素の第 2 部分であって、前記第 3 セットのパターン要素の前記第 2 部分が、前記第 1 サンプル層の前記第 2 測定方向に沿って形成されている、前記

10

20

30

40

50

第3セットのパターン要素の第2部分と、を含み、サンプルが移動する間の前記第1、第2、及び第3セットのパターン要素の前記第2部分により入射する照射ビームの回折次数の強度または位相変動の少なくとも一つは、前記第2測定方向に沿った前記第1及び第2サンプル層の間のオーバーレイに相関する、ステップを更に含む、請求項23に記載の方法。

【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学に関し、より具体的には、オンザフライ散乱計測オーバーレイ計測に関する。

【背景技術】

【0002】

オーバーレイ計測ターゲットは通常、対象のサンプル層上に位置するターゲット特徴を有するオーバーレイターゲットを特性評価することによって、サンプルの複数の層の位置合わせに関する診断情報を提供するように設計されている。更に、複数の層のオーバーレイ位置合わせは通常、サンプルにわたる様々な位置での複数のオーバーレイターゲットのオーバーレイ測定値を集計することによって決定される。いくつかのオーバーレイ計測ターゲット（例えば、散乱計測オーバーレイ（SCOL）計測ターゲット）は、計測測定を決定するために分析され得る回折パターンを生成するように構成された周期構造を含む。回折パターンは、周期構造をその測定方向に沿って（例えば、格子の要素に垂直に）照明することによって生成される。典型的なSCOL計測ターゲットは、複数のセル内に包含された周期構造を含み、周期構造は、少なくとも2つの測定方向に沿った照明用に構成される。しかしながら、複数のセルを包含する典型的なSCOL計測ターゲットがサンプルのより大きい表面積を占め、それで、そのようなターゲットを用いる計測測定は、単一の測定方向に沿った計測測定用に構成されたセルを有するSCOL計測ターゲットと比較されるとき、より多くの時間を必要とする。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】米国特許出願公開第2015／0177135号

【文献】米国特許出願公開第2016／0093574号

【文献】米国特許出願公開第2016／0146740号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

そのため、単一の測定方向に沿った計測測定を行うように構成されたセルを有するSCOL計測ターゲットを有することが有益であろう。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本開示の1つ又は複数の実施形態に従う、計測ターゲットが開示される。一実施形態では、計測ターゲットは第1セルを含む。別の一実施形態では、第1セルは、第1測定方向に沿って形成された第1セットのパターン要素の第1部分を含み、第1セットのパターン要素は、第1ピッチを有するセグメント化されたパターン要素を含む。別の一実施形態では、計測ターゲットは、第1測定方向に沿って形成された第2セットのパターン要素の第1部分を含み、第2セットのパターン要素は、第2ピッチを有するセグメント化されたパターン要素を含む。別の一実施形態では、計測ターゲットは、第1測定方向に沿って形成された第3セットのパターン要素の第1部分を含み、第3セットのパターン要素は、第3ピッチを有するセグメント化されたパターン要素を含む。

【0006】

本開示の1つ又は複数の実施形態に従うシステムが開示される。一実施形態では、シス

10

20

30

40

50

テムは、1つ又は複数の計測サブシステムに通信可能に結合された1つ又は複数のプロセッサを有する1つ又は複数のコントローラを含み、1つ又は複数のプロセッサは、メモリ内に保持されたプログラム命令のセットを実行するように構成され、プログラム命令のセットは、1つ又は複数のプロセッサに、1つ又は複数の計測サブシステムから、サンプルの1つ又は複数の計測ターゲットの第1セットのパターン要素、第2セットのパターン要素、及び第3セットのパターン要素から発する照明を示す1つ又は複数の信号を受信するステップであって、サンプルの1つ又は複数の計測ターゲットは、第1セルを含み、第1セルは、第1測定方向に沿って形成された第1セットのパターン要素の第1部分であって、第1セットのパターン要素が、第1ピッチを有するセグメント化されたパターン要素を含む、第1測定方向に沿って形成された第1セットのパターン要素の第1部分と、第1測定方向に沿って形成された第2セットのパターン要素の第1部分であって、第2セットのパターン要素が、第2ピッチを有するセグメント化されたパターン要素を含む、第1測定方向に沿って形成された第2セットのパターン要素の第1部分と、第1測定方向に沿って形成された第3セットのパターン要素の第1部分であって、第3セットのパターン要素が、第3ピッチを有するセグメント化されたパターン要素を含む、第1測定方向に沿って形成された第3セットのパターン要素の第1部分と、を含む、ステップと、第1セットのパターン要素に基づいて第1オーバーレイ測定値を取得するステップと、第2セットのパターン要素に基づいて第2オーバーレイ測定値を取得するステップと、第3セットのパターン要素に基づいて第3オーバーレイ測定値を取得するステップと、第1オーバーレイ測定値、第2オーバーレイ測定値、又は第3オーバーレイ測定値のうちの少なくとも2つに基づいてオーバーレイ誤差を決定するステップと、を行わせるように構成されている。

【0007】

本開示の1つ又は複数の実施形態に従う、オーバーレイを測定する方法が開示される。一実施形態では、方法は、1つ又は複数の計測ターゲットを有するサンプルを照明することを含む。別の実施形態では、方法は、サンプルの1つ又は複数の計測ターゲットの第1セットのパターン要素、第2セットのパターン要素、及び第3セットのパターン要素から発する照明を示す1つ又は複数の信号を検出することを含み、サンプルの1つ又は複数の計測ターゲットは、第1セルを含み、第1セルは、第1測定方向に沿って形成された第1セットのパターン要素の第1部分であって、第1セットのパターン要素が、第1ピッチを有するセグメント化されたパターン要素を含む、第1セットのパターン要素の第1部分と、第1測定方向に沿って形成された第2セットのパターン要素の第1部分であって、第2セットのパターン要素が、第2ピッチを有するセグメント化されたパターン要素を含む、第2セットのパターン要素の第1部分と、第1測定方向に沿って形成された第3セットのパターン要素の第1部分であって、第3セットのパターン要素が、第3ピッチを有するセグメント化されたパターン要素を含む、第3セットのパターン要素の第1部分と、を含む。別の実施形態では、方法は、第1セットのパターン要素から発する照明を示す1つ又は複数の信号に基づいて第1オーバーレイ測定値を取得することを含む。別の実施形態では、方法は、第2セットのパターン要素から発する照明を示す1つ又は複数の信号に基づいて第2オーバーレイ測定値を取得することを含む。別の実施形態では、方法は、第3セットのパターン要素から発する照明を示す1つ又は複数の信号に基づいて第3オーバーレイ測定値を取得することを含む。別の実施形態では、方法は、第1オーバーレイ測定値、第2オーバーレイ測定値、又は第3オーバーレイ測定値のうちの少なくとも1つに基づいてオーバーレイ誤差を決定することを含む。

【0008】

本開示の1つ又は複数の実施形態に従う、計測ターゲットを形成する方法が開示される。一実施形態では、方法は、第1セルを形成することを含み、第1セルは、第1測定方向に沿って形成された第1セットのパターン要素の第1部分であって、第1セットのパターン要素が、第1ピッチを有するセグメント化されたパターン要素を含む、第1セットのパターン要素の第1部分と、第1測定方向に沿って形成された第2セットのパターン要素の第1部分であって、第2セットのパターン要素が、第2ピッチを有するセグメント化され

たパターン要素を含む、第2セットのパターン要素の第1部分と、第1測定方向に沿って形成された第3セットのパターン要素の第1部分であって、第3セットのパターン要素が、第3ピッチを有するセグメント化されたパターン要素を含む、第3セットのパターン要素の第1部分と、を含む。

【図面の簡単な説明】

【0009】

本開示についての多数の利点は、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るであろう。

【図1A】本開示の1つ又は複数の実施形態に従う計測ターゲットについての上面図である。

10

【図1B】本開示の1つ又は複数の実施形態に従う計測ターゲットについての上面図である。

【図1C】本開示の1つ又は複数の実施形態に従う計測ターゲットについての上面図である。

【図1D】本開示の1つ又は複数の実施形態に従う計測ターゲットについての側面図である。

【図2】本開示の1つ又は複数の実施形態に従う計測システムについての概念図である。

【図3】本開示の1つ又は複数の実施形態に従う計測サブシステムについての概念図である。

【図4】本開示の1つ又は複数の実施形態に従う、サンプルのオーバーレイを測定する方法のステップを示すプロセスフロー図である。

20

【図5】本開示の1つ又は複数の実施形態に従う、計測ターゲットを形成する方法のステップを示すプロセスフロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

半導体デバイスが、パターン化された材料の複数のプリント層として基板上に形成され得る。各プリント層は、1つ又は複数の材料堆積ステップ、1つ又は複数のリソグラフィステップ、或いは1つ又は複数のエッチングステップ等であって、それらに限定されない一連のプロセスステップによって製造され得る。いくつかの製造プロセスでは、プリント層は、1つ又は複数のフォトリソ材料を使用して形成され得る。例えば、フォトリソ材料は、基板上に堆積され得る。フォトリソ材料は次いで、照明に露光され得て、照明がフォトリソ材料上に潜在ターゲットパターンを生成する。潜在ターゲットパターン（又は潜在ターゲットパターンから形成された現像されたターゲットパターン）は次いで、オーバーレイ及び／又は計測アプリケーションでの使用のための最終ターゲットパターンを基板上に形成するように構成された1つ又は複数のリソグラフィステップ及び／又は1つ又は複数のエッチングステップのためのパターンとして使用され得る。別の製造プロセスでは、フォトリソ材料が照明に露光されて、フォトリソ材料上に潜在ターゲットパターンを生成し、潜在ターゲットパターン（又は潜在ターゲットパターンから形成された現像されたターゲットパターン）をオーバーレイ及び／又は計測アプリケーションにおいて使用される。

30

40

【0011】

製造中に、各プリント層が、通常、選択された公差内で製造されることにより、最終デバイスを適切に作成しなければならない。例えば、各層内にプリントされた要素の相対的配置（例えば、オーバーレイ又はオーバーレイパラメータ）は、前に製造された層に対してうまく特性評価され、制御されなければならない。したがって、計測ターゲットが1つ又は複数のプリントされた層上に製造されることにより、層のオーバーレイについての効率的な特性評価を可能にし得る。プリントされた層上でのオーバーレイターゲット特徴の偏差はそれで、その層上にプリントされたデバイス特徴のプリント特性の偏差を表し得る。更に、1つの製造ステップにおいて（例えば、1つ又は複数のサンプル層の製造後に）測定されたオーバーレイが使用されて、後続の製造ステップにおいて追加のサンプル層を

50

製造するためのプロセスツール（例えば、リソグラフィツール等）を正確に位置合わせするための修正可能物を生成してもよい。

【0012】

計測ターゲットは通常、1つ又は複数のプリント特性についての正確な表現を提供するように設計された明確にプリントされた要素を含んでもよい。この点に関して、（例えば、計測ツールによる）計測ターゲットのプリント要素の測定された特性は、製造されているデバイスに関連するプリントデバイス要素を表すことがある。更に、計測ターゲットは通常、1つ又は複数の測定セルを有するように特性評価され、この場合、各セルは、サンプル上の1つ又は複数の層内にプリントされた要素を含む。計測測定はそれで、単一のセル内で又は複数のセル間にプリントされた要素のサイズ、向き、又は位置（例えば、パターン配置）の測定の任意の組み合わせに基づいてもよい。例えば、オーバーレイ計測ターゲットの1つ又は複数のセルは、各層の要素の相対位置が、特定の層内のオフセット誤差（例えば、パターン配置誤差（PPE））又はサンプル層間の位置決め誤差に関連するオーバーレイ誤差を示してもよいように配列された2つ以上のサンプル層上に印刷された要素を含んでもよい。別の一例として、プロセス感受性のある計測ターゲットは、単一のサンプル層上にプリントされた要素を含んでもよく、この場合、プリント要素の1つ又は複数の特性（例えば、幅又は臨界寸法（CD）、側壁角度、位置等）が、リソグラフィステップ中の照明の線量、又はリソグラフィステップ中のリソグラフィツール内のサンプルの焦点位置を含むがこれらに限定されない1つ又は複数のプロセス測定基準を示す。

【0013】

オーバーレイ計測は通常、サンプルにわたって1つ又は複数のオーバーレイターゲットを製造することによって実行され、この場合、各オーバーレイターゲットは、対象となるサンプル層内に特徴を含み、これらの特徴は、製造されているデバイス又は構成要素に関連した特徴と同時に製造される。この点に関して、オーバーレイターゲットの位置で測定されたオーバーレイ誤差が、デバイス特徴のオーバーレイ誤差を表すことがある。したがって、オーバーレイ測定値が使用されて任意の数の製造ツールを監視及び／又は制御することにより、指定された公差に従ってデバイスの製造を維持してもよい。例えば、1つのサンプルにおける前の層に対する現在の層のオーバーレイ測定値は、ロット内の追加のサンプルにおける現在の層の製造の偏差を監視及び／又は軽減するためのフィードバックデータとして利用され得る。別の一例として、1つのサンプルにおける前の層に対する現在の層のオーバーレイ測定値が、フィードフォワードデータとして利用されることにより、既存の層の位置合せを考慮に入れる方法で、同じサンプル上に後続の層を製造してもよい。

【0014】

オーバーレイターゲットは通常、対象のサンプル層間のオーバーレイ誤差に敏感であるように具体的に設計された機能を含む。オーバーレイ測定がそれで、オーバーレイ計測ツールを使用し、アルゴリズムを適用してオーバーレイターゲットを特性評価することによって実行されることにより、計測ツールの出力に基づいてサンプルにおけるオーバーレイ誤差を決定してもよい。

【0015】

オーバーレイ測定技術に関係なく、オーバーレイ計測ツールは通常、オーバーレイ信号の生成に利用される測定パラメータのセットを含むレシピに従って構成可能である。例えば、オーバーレイ計測ツールのレシピは、照明波長、サンプルから発する放射線の検出波長、サンプル上の照明のスポットサイズ、入射照明の角度、入射照明の偏光、オーバーレイターゲット上の入射照明のビームの位置、オーバーレイ計測ツールの焦点容積内のオーバーレイターゲットの位置等を含んでもよいがこれらに限定されない。したがって、オーバーレイレシピは、2つ以上のサンプル層の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ための測定パラメータのセットを含んでもよい。

【0016】

オーバーレイ計測ツールが、様々な技術を利用して、サンプル層のオーバーレイを決定し得る。例えば、画像ベースのオーバーレイ計測ツールは、オーバーレイターゲット（例

例えば、アドバンストイメージング計測（AIM）ターゲット、ボックスインボックス計測ターゲット等）を照明して、異なるサンプル層上にあるオーバーレイターゲット特徴の画像を含むオーバーレイ信号を捕捉し得る。したがって、オーバーレイは、オーバーレイターゲット特徴の相対的位置を測定することによって決定され得る。別の一例として、散乱計測ベースのオーバーレイ計測ツールは、オーバーレイターゲット（例えば、グレーティングオーバーグレーティング計測ターゲット等）を照明して、照明ビームの回折、散乱、及び／又は反射と関連する、オーバーレイターゲットから発する放射線の角度分布を含むオーバーレイ信号を捕捉してもよい。したがって、オーバーレイは、照明ビームとのオーバーレイターゲットとの相互作用についてのモデルに基づいて決定されてもよい。

【0017】

様々なオーバーレイ計測ツールが使用されてオーバーレイを測定し得ることが、本明細書において認識される。例えば、光学計測ツール（例えば、照明及び／又は検出のために電磁放射を使用する光ベースの計測ツール）が、画像内の複数の層上の空間分離された特徴の相対位置を決定すること、複数の層上のPPEを直接測定すること、或いはオーバーレイが複数の層上の回折格子から散乱及び／又は回折させられた光に基づいて決定されるスキヤトロメトリ等であってこれらに限定されない多数の技術を用いて高処理能力オーバーレイ測定を提供し得る。本開示の目的のために、「光学計測ツール」、「光学計測技術」等の用語は、X線波長、極紫外（EUV）波長、真空紫外（VUV）波長、深紫外（DUV）波長、紫外（UV）波長、可視波長、又は赤外（IR）波長等であってこれらに限定されない任意波長の電磁放射を用いる計測ツール及び技術を示す。オーバーレイ測定に関連するシステム、方法、及び装置が、「OVERLAY MARKS, METHODS OF OVERLAY MARK DESIGN AND METHODS OF OVERLAY MEASUREMENTS」という名称の、2012年12月11日に発行された米国特許第8,330,281号、「PERIODIC PATTERNS AND TECHNIQUE TO CONTROL MISALIGNMENT BETWEEN TWO LAYERS」という名称の、2016年10月25日に発行された米国特許第9,476,698号、「APPARATUS AND METHODS FOR DETERMINING OVERLAY OF STRUCTURES HAVING ROTATIONAL OR MIRROR SYMMETRY」という名称の、2009年6月2日に発行された米国特許第7,541,201号、「METHOD AND SYSTEM FOR PROVIDING A QUALITY METRIC FOR IMPROVED PROCESS CONTROL」という名称の、2013年2月7日に公開された米国特許出願公開第2013/0035888号、「SYSTEM AND METHOD OF SEM OVERLAY METROLOGY」という名称の、2015年12月15日に発行された米国特許第9,214,317号、「COMPOUND IMAGING METROLOGY TARGETS」という名称の、2020年1月7日に発行された米国特許第10,527,951B2号、「METROLOGY IMAGING TARGETS HAVING REFLECTION-SYMMETRIC PAIRS OF REFLECTION-ASYMMETRIC STRUCTURES」という名称の、2019年1月29日に発行された米国特許第10,190,979 B2号、及び「APPARATUS AND METHOD FOR THE MEASUREMENT OF PATTERN PLACEMENT AND SIZE OF PATTERN AND COMPUTER PROGRAM THEREFOR」という名称の、2016年6月27日出願された国際出願PCT/US2016/039531号に概して記載されており、それらのすべては、参照によりその全体が本明細書に組み込まれる。

【0018】

本開示全体にわたって使用されるとき、「サンプル」という用語は通常、半導体又は非半導体材料で形成された基板（例えば、ウェーハ等）を指す。例えば、半導体又は非半導体材料は、単結晶シリコン、ガリウムヒ素、及びリン化インジウムを含むが、これらに限定されない。サンプルは1つ又は複数の層を含んでもよい。例えば、そのような層は、レ

10

20

30

40

50

ジスト（フォトリジストを含む）、誘電体材料、導電性材料、及び半導体材料を含んでもよいがこれらに限定されない。多くの異なるタイプのそのような層が当該技術分野で公知であり、本明細書で使用されるようなサンプルという用語は、その上にすべてのタイプの層が形成され得るサンプルを包含することが意図されている。サンプル上に形成された1つ又は複数の層は、パターン付きであっても、パターン無しであってもよい。例えば、サンプルは、それぞれが繰返し性のパターン付き特徴を有する複数のダイを含む場合がある。そのような材料層の成形及び処理が、完成されたデバイスを最終的にもたらず場合がある。多くの異なるタイプのデバイスがサンプル上に形成され得、本明細書で使用されるようなサンプルという用語は、当該技術分野で公知の任意のタイプのデバイスがその上に製造されるサンプルを包含することが意図されている。更に、本開示目的に関して、サンプル及びウェー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。更に、本開示目的に関して、パターニングデバイス、マスク、及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。

【0019】

図1Aは、本開示の1つ又は複数の実施形態に従う計測ターゲット100についての上面図である。計測ターゲット100は、第1セル101を含んでもよい。第1セル101は、第1セットのパターン要素102の第1部分102aを含んでもよい。第1セットのパターン要素102は、任意の散乱計測ベースのオーバーレイ（SCOL）計測モードを非限定的に含む、当該技術分野で公知の任意の計測モードと互換性があってもよい。この点に関して、第1セットのパターン要素102は、SCOLベースの計測方法を使用する計測用の周期性構造及び／又はセグメント化構造（例えば、グレーティングオーバーグレーティング構造、又は照明ビームを回折、散乱、及び／又は反射するのに適していることが当該技術分野で公知の任意の構造）を含むように構成されてもよい。第1セットのパターン要素102は、第1ピッチ（例えば、第1セットのパターン要素102の繰返し型基準特徴間の周期的距離）を有し得る。別の例として、第1セットのパターン要素102は、アドバンストイメージング計測（AIM）モード、ボックスインボックス計測モード、又はオーバーレイ信号（例えば、異なるサンプル層上に位置するオーバーレイターゲット特徴の画像）を捕捉するのに適していることが当該技術分野で公知の別の計測モードを含むがこれらに限定されない、任意の画像ベースのオーバーレイ計測モードと互換性があってもよい。第1セットのパターン要素102の第1部分102aは、第1測定方向に沿った計測用に構成されてもよい。例えば、第1セットのパターン要素102の第1部分102aは、y方向に沿った測定用に構成されてもよい。

【0020】

第1セル101は、第2セットのパターン要素104の第1部分104aを含んでもよい。第2セットのパターン要素104は、第1測定方向に沿って、任意の散乱計測ベースのオーバーレイ（SCOL）計測モードを含むがこれに限定されない、当該技術分野で公知の任意の計測モードと互換性があってもよい。この点に関して、第2セットのパターン要素104は、SCOLベースの計測方法を使用する計測用の周期的構造及び／又はセグメント化構造（例えば、グレーティングオーバーグレーティング構造、又は照明ビームを回折、散乱、及び／又は反射するのに適していることが当該技術分野で公知の任意の構造）を含むように構成されてもよい。第2セットのパターン要素104は、第2ピッチ（例えば、第2セットのパターン要素104の繰返し型基準特徴間の周期的距離）を有してもよい。別の一例として、第2セットのパターン要素104は、アドバンストイメージング計測（AIM）モード、ボックスインボックス計測モード、又はオーバーレイ信号（例えば、異なるサンプル層上に位置するオーバーレイターゲット特徴の画像）を捕捉するのに適していることが当該技術分野で公知の任意の別の計測モードを含むがこれらに限定されない、任意の画像ベースのオーバーレイ計測モードと互換性があってもよい。いくつかの実施形態では、第2ピッチが第1ピッチと等価でなくともよいことに特に留意されたい。

【0021】

第1セル101は、第3セットのパターン要素106の第1部分106aを含んでもよい。

い。第3セットのパターン要素106は、第1測定方向に沿って、任意の散乱計測ベースのオーバーレイ（SCOL）計測モードを含むがこれに限定されない、当該技術分野で公知の任意の計測モードと互換性があってもよい。この点に関して、第3セットのパターン要素106は、SCOLベースの計測方法を使用する計測用の周期性構造及び／又はセグメント化構造（例えば、グレーティングオーバーグレーティング構造、又は照明ビームを回折、散乱、及び／又は反射するのに適していることが当該技術分野で公知の任意の構造）を含むように構成されてもよい。第3セットのパターン要素106は、第3ピッチ（例えば、第3セットのパターン要素106の繰返し型基準特徴間の周期的距離）を有してもよい。別の一例として、第3セットのパターン要素106は、アドバンストイメージング計測（AIM）モード、ボックスインボックス計測モード、又はオーバーレイ信号（例えば、異なるサンプル層上に位置するオーバーレイターゲット特徴の画像）を捕捉するのに適していることが当該技術分野で公知の任意の別の計測モードを含むがこれらに限定されない、任意の画像ベースのオーバーレイ計測モードと互換性があってもよい。第3セットのパターン要素106は、第3ピッチを有してもよい。いくつかの実施形態では、第3ピッチは、第1ピッチ又は第2ピッチのいずれにも等価でなくてもよいことに特に留意されたい。

【0022】

図1Bは、本開示の1つ又は複数の実施形態に従う計測ターゲット100についての上面図である。計測ターゲット100は、第2セル103を含んでもよい。第2セル103は、第1セットのパターン要素102の第2部分102bを含んでもよい。第1セットのパターン要素102の第2部分102bは、第2測定方向に沿った計測用に構成されてもよい。例えば、第1セットのパターン要素102の第2部分102bは、x方向に沿った測定用に構成されてもよい。第2セル103は、第2セットのパターン要素104の第2部分104bを含んでもよい。第2セットのパターン要素104の第2部分104bは、第2測定方向に沿った計測用に構成されてもよい。第2セル103は、第3セットのパターン要素106の第2部分106bを含んでもよい。第3セットのパターン要素106の第2部分106bは、第2測定方向に沿った計測用に構成されてもよい。

【0023】

第1セル101と第2セル103とは、第1セル101と第2セル103とが互いに隣接するように形成されてもよい。例えば、図1Bに示すように、第2セル103は、第1セル101の側に形成されてもよい。第1セル101と第2セル103の各々は、第1測定方向及び第2測定方向のそれぞれが互いに垂直であるように構成されてもよい。この点に関して、第1セル101と第2セル103とは、四回回転対称であってもよい。別の一実施形態では、第1セル101と第2セル103とは、2回回転対称であってもよい。いくつかの実施形態では、第1セル101及び／又は第2セル103のサイズは、計測ターゲット100をサンプルの小さい領域内で使用することを可能にし得る。例えば、いくつかの実施形態では、計測ターゲット100は、サンプルに関する空間考慮事項に従うために、第1セル101のみを含むように構成されてもよい。別の実施形態では、計測ターゲット100は、サンプルに関する空間考慮事項に従うために、第2セル103のみを含むように構成されてもよい。別の実施形態では、計測ターゲット100は、サンプルに関する空間考慮事項に従うために、第1セル101及び第2セル103の両方を含むように構成されてもよい。

【0024】

いくつかの実施形態では、図1C及び1Dに示すように、計測ターゲット100は、サンプル上のより小さい表面積を占めるように構成されてもよい。例えば、計測ターゲット100は、第1セル101及び第2セル103が「グレーティングオーバーグレーティング」構造を形成するように構成されてもよい。別の一例として、第1セル101は、計測ターゲット100の第1層内に形成されてもよく、第2セル103は、計測ターゲット100の第2層内に形成されてもよい。この点に関して、第2セル103は、第1セットのパターン要素の第1部分102a、第2セットのパターン要素の第1部分104a、及び

第3セットのパターン要素の第1部分106aのそれぞれが、サンプル上のより小さい表面積を占める「グレーティングオーバーグレーティング」構造を形成するように、第1セル101の最上部に（例えば、z方向に沿って）形成されてもよい。

【0025】

計測ターゲット100のパターン要素（例えば、第1セル101及び／又は第2セル103）は、第1セルパターン要素108及び／又は第2セルパターン要素112のうちの1つ又は複数の部分に誘導される入射放射線が、第1セットのパターン要素102、第2セットのパターン要素104、及び／又は第3セットのパターン要素106の1つ又は複数の部分によって回折されてもよく、そして、回折された放射線が、（例えば、1つ又は複数の計測サブシステムによって）検出及び分析されることにより、回折放射線に基づく1つ又は複数のオーバーレイ測定値及び／又は回折放射線を示す1つ又は複数の信号を決定するように構成されてもよいことに留意されたい。

【0026】

計測ターゲット100の構成要素（例えば、第1セル101、第2セル103、第1セットのパターン要素102、第2セットのパターン要素104、及び／又は第3セットのパターン要素106）を含むがこれらに限定されない本開示の実施形態は、オーバーレイ測定を実行するのに必要な時間を低減するように構成され得ることに留意されたい。例えば、第1セットのパターン要素102aの第1部分、第2セットのパターン要素の第1部分104a、及び第3セットのパターン要素の第1部分106aのそれぞれが第1測定方向に沿った測定用に構成されている第1セル101の構成は、計測サブシステムの1つ又は複数の部分が第1セル101のパターン要素のそれぞれからの信号を捕捉するのに必要な時間を低減し得る。この点に関して、第1セル101のパターン要素の部分のそれぞれを第1測定方向に沿って形成することによって、計測サブシステムは、測定方向に関連する1つ又は複数の測定パラメータを調整することなく、そのようなパターン要素からの信号を捕捉し得る（すなわち、計測サブシステムは、所与のセルに関して1つの測定方向のみに沿った計測ターゲット100から信号を受信し得る）。

【0027】

図2は、本開示の1つ又は複数の実施形態に従う計測システム200についての簡略化されたブロック図を示す。一実施形態では、計測システム200は、1つ又は複数の計測サブシステム202を含む。1つ又は複数の計測サブシステム202は、画像化モード又は非画像化モードのいずれかで動作するように構成され得る。例えば、画像化モードでは、個々のオーバーレイターゲット要素は、サンプル上の照明されたスポット内で（例えば、明視野画像、暗視野画像、位相コントラスト画像等の一部分として）解像可能であり得る。別の一例として、1つ又は複数の計測サブシステム202は、（例えば、サンプルによる放射線の散乱及び／又は回折に関連する）サンプルからの放射線が、瞳面で分析されてサンプルからの放射線の角度分布を特性評価する散乱計測ベースのオーバーレイ（SCOL）計測ツールとして動作し得る。

【0028】

1つ又は複数の計測サブシステム202は、照明をサンプルに誘導し得て、更にサンプルから発する放射線を収集することにより、2つ以上のサンプル層のオーバーレイの決定に適したオーバーレイ信号を生成し得る。1つ又は複数の計測サブシステムは、任意の光学計測ツール（例えば、アドバンスドイメージング計測（AIM）ツール、アドバンスドイメージング計測インダイ（AIMid）ツール、トリプルアドバンスドイメージング計測（Triple AIM）ツール等）、任意の粒子ベースの計測ツール（例えば、電子ビーム計測ツール）、又は散乱計測ベースのオーバーレイ（SCOL）計測ツールを含むがこれに限定されない、サンプル上のオーバーレイターゲットと関連する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ている当該技術分野で公知の任意のタイプのオーバーレイ計測ツールを含んでもよい。本開示の実施形態は、1つの計測サブシステム202のみを有する計測システム200に限定されないこと、及び計測システム200は、少なくとも2つの計測サブシステムを含み得ることに留意されたい。例え

ば、計測システム 200 は、光学計測ツール及び散乱計測ベースのオーバーレイ（S C O L）計測ツールを含んでもよい。

【0029】

1つ又は複数の計測サブシステム 202 は、オーバーレイターゲットのオーバーレイを決定するのに適したオーバーレイ信号の取得のための測定パラメータを規定する任意の数のレシピに基づいてオーバーレイ信号を生成するように構成可能であり得る。例えば、1つ又は複数の計測サブシステム 202 についてのレシピは、照明波長、サンプルから発する放射線の検出波長、サンプル上の照明のスポットサイズ、入射照明の角度、入射照明の偏光、入射ビームの波面、オーバーレイターゲット上の入射照明ビームの位置、オーバーレイ計測ツールの焦点体積内のオーバーレイターゲットの位置等を含んでもよいがこれらに限定されない。

10

【0030】

別の一実施形態では、オーバーレイ計測システム 200 は、1つ又は複数の計測サブシステム 202 に通信可能に結合されたコントローラ 204 を含む。コントローラ 204 は、1つ又は複数の計測サブシステム 202 に、1つ又は複数の選択されたレシピに基づいてオーバーレイ信号を生成するよう誘導するように構成され得る。コントローラ 204 は、1つ又は複数の計測サブシステム 202 からのオーバーレイ信号を含むがこれに限定されないデータを受信するように更に構成され得る。更に、コントローラ 204 は、取得されたオーバーレイ信号に基づいて、オーバーレイターゲットと関連するオーバーレイを決定するように構成され得る。

20

【0031】

別の一実施形態では、コントローラ 204 は、1つ又は複数のプロセッサ 206 を含む。例えば、1つ又は複数のプロセッサ 206 は、メモリデバイス 208 又はメモリに保持された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 204 の1つ又は複数のプロセッサ 206 は、当該技術分野で公知の任意の処理要素を含んでもよい。この意味で、1つ又は複数のプロセッサ 206 は、アルゴリズム及び／又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型デバイスを含み得る。更に、メモリデバイス 208 は、関連する1つ又は複数のプロセッサ 206 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、当該技術分野で公知の任意の記憶媒体を含み得る。例えば、メモリデバイス 208 は、非一時的メモリ媒体を含み得る。更なる例として、メモリデバイス 208 は、読み出し専用メモリ、ランダムアクセスメモリ、磁気又は光学メモリデバイス（例えば、ディスク）、磁気テープ、ソリッドステートドライブ等を含んでもよいが、これらに限定されない。メモリデバイス 208 は、1つ又は複数のプロセッサ 206 と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更に留意されたい。

30

【0032】

一実施形態では、計測サブシステム 202 は、サンプルに照明を誘導し、更にサンプルから発する放射線を収集することにより、2つ以上のサンプル層のオーバーレイについての決定に適したオーバーレイ信号を生成し得る。計測サブシステム 202 は、オーバーレイターゲットのオーバーレイを決定するのに適したオーバーレイ信号の取得のための測定パラメータを規定する任意の数のレシピに基づいてオーバーレイ信号を生成するように構成可能であり得る。例えば、計測サブシステム 202 についてのレシピは、照明波長、サンプルから発する放射線の検出波長、サンプル上の照明のスポットサイズ、入射照明の角度、入射照明の偏光、オーバーレイターゲット上の入射照明のビームの位置、オーバーレイ計測ツールの焦点容積内のオーバーレイターゲットの位置等を含んでもよいがこれらに限定されない。

40

【0033】

一実施形態では、図 3 に示すように、1つ又は複数の計測サブシステム 202 は、光学計測ツールを含む計測サブシステム等の光学計測サブシステム 202 を含んでもよい。光学計測サブシステム 202 は、X 線、紫外（U V）、赤外（I R）、又は可視光波長を有する光学照明ビームを生成及び／又は検出するように構成された光学計測ツールを含むが

50

これらに限定されない、サンプルの計測データを生成するのに適した当該技術分野で公知の任意のタイプの光学計測ツールを含んでもよい。別の一例として、1つ又は複数の計測サブシステム202は、アドバンストイメージング計測(AIM)ツール、アドバンストイメージング計測インダイ(AIMid)ツール、又はトリプルアドバンストイメージング計測(Triple AIM)ツールを含んでもよい。

【0034】

一実施形態では、1つ又は複数の計測サブシステム202は、光学照明ビーム326を生成するように構成された光学照明源324を含んでもよい。光学照明ビーム326は、X線、紫外(UV)光、可視光、又は赤外(IR)光を含むがこれらに限定されない、1つ又は複数の選択された放射線の波長を含んでもよい。

【0035】

光学照明源324は、光学照明ビーム326を提供するのに適した任意のタイプの照明源を含んでもよい。一実施形態では、光学照明源324は、レーザ源である。例えば、光学照明源324は、1つ又は複数の狭帯域レーザ源、広帯域レーザ源、スーパーコンティニュームレーザ源、白色光レーザ源等を含んでもよいがこれらに限定されない。この点に関して、光学照明源324は、高いコヒーレンス(例えば、高い空間的コヒーレンス及び／又は時間的コヒーレンス)を有する光学照明ビーム326を提供してもよい。別の一実施形態では、光学照明源324は、レーザ維持プラズマ(LSP)源を含む。例えば、光学照明源324は、LSPランプ、LSP電球、又はレーザ源によってプラズマ状態に励起されると、広帯域照明を放出し得る1つ又は複数の要素を包含するのに適したLSPチャンバを含んでもよいがこれらに限定されない。別の一実施形態では、光学照明源324は、ランプ光源を含む。例えば、光学照明源324は、アークランプ、放電ランプ、無電極ランプ等を含んでもよいがこれらに限定されない。この点に関して、光学照明源324は、低いコヒーレンス(例えば、低い空間的コヒーレンス及び／又は時間的コヒーレンス)を有する光学照明ビーム326を提供してもよい。

【0036】

別の一実施形態では、光学照明源324は、照明経路328を経由して光学照明ビーム326をサンプル316に誘導する。照明経路328は、光学照明ビーム326を修正及び／又は調整するのに適した1つ又は複数の照明経路レンズ334或いは追加の光学部品332を含んでもよい。例えば、1つ又は複数の光学部品332は、1つ又は複数の偏光子、1つ又は複数のフィルタ、1つ又は複数のビームスプリッタ、1つ又は複数のディフューザ、1つ又は複数のホモジナイザ、1つ又は複数のアポダイザ、又は1つ又は複数のビームシェイパを含んでもよいがこれらに限定されない。照明経路326は、光学照明ビーム326をサンプル316に誘導するように構成された対物レンズ338を更に含んでもよい。

【0037】

別の一実施形態では、サンプル316は、サンプルステージ318上に配設される。サンプルステージ318は、1つ又は複数の計測サブシステム202b内でサンプル318を位置決め及び／又は走査するのに適した任意のデバイスを含んでもよい。例えば、サンプルステージ316は、線形並進ステージ、回転ステージ、チップ／チルトステージ等の任意の組み合わせを含んでもよい。

【0038】

別の一実施形態では、1つ又は複数の計測サブシステム202は、収集経路330を通る、サンプル316から発する光を捕捉するように構成された1つ又は複数の検出器322を含む。収集経路330は、サンプル316からの光を収集するための1つ又は複数の収集経路レンズ326、340を含んでもよいがこれらに限定されない。例えば、1つ又は複数の検出器322は、1つ又は複数の収集経路レンズ326、340を経由してサンプル316から(例えば、鏡面反射、拡散反射等を介して)反射又は散乱された光を受け取ってもよい。別の一例として、1つ又は複数の検出器322は、サンプル316によって生成された光(例えば、光学照明ビーム326の吸収と関連する発光等)を受け取って

10

20

30

40

50

もよい。別の一例として、1つ又は複数の検出器322は、サンプル316からの1つ又は複数の回折次数の光（例えば、0次回折、±1次回折、±2次回折等）を受け取ってもよい。

【0039】

1つ又は複数の検出器322は、第1セットのパターン要素102、第2セットのパターン要素104、及び／又は第3セットのパターン要素106等の、サンプル316の複数の部分から発する光を同時に捕捉するように構成されてもよいことに留意されたい。このように、計測システム200は、計測システム200の動作が「オンザフライ」で実行されてもよく、また、動作が個々のオーバーレイ測定の間で中断される必要がないので、オーバーレイ誤差を決定するのに必要な時間が短縮されるように構成され得る。

10

【0040】

1つ又は複数の検出器322は、サンプル316から受け取られた照明を測定するのに適した当該技術分野で公知の任意のタイプの検出器を含んでもよい。例えば、検出器322は、CCD検出器、TDI検出器、光電子増倍管(PMT)、アバランシェフォトダイオード(APD)、相補型金属酸化膜半導体(CMOS)センサー等を含んでもよいがこれらに限定されない。別の一実施形態では、検出器322は、サンプル316から発する光の波長を識別するのに適した分光検出器を含んでもよい。

【0041】

一実施形態では、1つ又は複数の検出器322は、サンプル316の表面に対してほぼ垂直に配置される。別の一実施形態では、1つ又は複数の計測サブシステム202は、対物レンズ338が光学照明ビーム326をサンプル316に誘導することと、サンプル316から発する光を収集することと、を同時に行い得るように指向させられるビームスプリッタを含む。更に、照明経路326と収集経路330とは、1つ又は複数の追加要素（例えば、対物レンズ338、開口部、フィルタ等）を共有してもよい。

20

【0042】

前述したように、1つ又は複数の計測サブシステム202は、1つ又は複数の計測サブシステム202に通信可能に結合されたコントローラ204を含んでもよい。コントローラ204は、1つ又は複数の選択されたレシピに基づいてオーバーレイ信号を生成するために、1つ又は複数の計測サブシステム204を誘導するように構成されてもよい。コントローラ204は、1つ又は複数の計測サブシステム202からのオーバーレイ信号を含むがこれに限定されないデータを受信するように更に構成されてもよい。更に、コントローラ204は、取得されたオーバーレイ信号に基づいて、オーバーレイターゲットに関連するオーバーレイを決定するように構成され得る。

30

【0043】

コントローラ204は、サンプルの1つ又は複数のオーバーレイ測定に基づいてサンプル316のオーバーレイ値を決定するように構成されてもよい。例えば、コントローラ204は、サンプル316の1つ又は複数の部分（例えば、第1セットのパターン要素102、第2セットのパターン要素104、及び／又は第3セットのパターン要素106）から発する照明を示す1つ又は複数の信号に基づいてサンプル316の1つ又は複数のオーバーレイ測定値を生成するように構成されてもよい。サンプル202の1つ又は複数のオーバーレイ測定値は、サンプル316の1つ又は複数の層のオーバーレイ位置に対応してもよい。

40

【0044】

サンプル316についての1つ又は複数のオーバーレイ測定値は、第1セットのパターン要素102、第2セットのパターン要素104、及び／又は第3セットのパターン要素106から発する照明の強度についての1つ又は複数の測定値を含んでもよい。例えば、コントローラ204は、1つ又は複数の検出器322（及び／又は粒子検出器320）によって収集された照明の強度を決定するように構成されてもよい。別の一例として、コントローラ204は、式1に従って、サンプル316が（例えば、ステージ318の並進移動等によって）速度 v で動かされるとき、（ピッチ P_1 を有する）第1セットのパターン

50

要素１０２、（ピッチ P_2 を有する）第２セットのパターン要素１０４、及び／又は（ピッチ P_3 を有する）第３セットのパターン要素１０６から発する照明の強度を決定するように構成されてもよい。

【数１】

$$I_{\pm 1} = \left| A_1 e^{\frac{\pm 2\pi i(x_1 + vt)}{P_1} + i\Phi_1} + A_2 e^{\frac{\pm 2\pi i(x_2 + vt)}{P_2} + i\Phi_2} + A_3 e^{\frac{\pm 2\pi i(x_3 + vt)}{P_3} + i\Phi_3} \right|^2$$

【００４５】

式１を用いてコントローラ２０４によって決定された強度は、＋１回折次数を有する照明との関係で示されることに留意されたい。本開示の実施形態は、そのような関係に限定されないこと、及びコントローラ２０４は、様々な回折次数（例えば、－１回折次数）を有するサンプル３１６から発する照明の強度を決定するように構成されてもよいことが、明確に考えられている。

【００４６】

コントローラ２０４は、サンプル３１６の様々な部分から発する照明の強度の相対的な変動（例えば、第１セットのパターン要素１０２、第２セットのパターン要素１０４及び／又は第３セットのパターン要素１０６から発する照明の間の強度の差）を更に決定するように構成されてもよい。例えば、コントローラ２０４は、式２に従って、第１セットのパターン要素１０２、第２セットのパターン要素１０４、及び／又は第３セットのパターン要素１０６から発する照明の間の強度変動を決定してもよい。

【数２】

$$\tilde{I}_{\pm 1} = A_1 A_2 e^{i\left\{(\Phi_1 - \Phi_2) \pm 2\pi \left[\left(\frac{x_1}{P_1} - \frac{x_2}{P_2} \right) + vt \left(\frac{1}{P_1} - \frac{1}{P_2} \right) \right] \right\}} + A_2 A_3 e^{i\left\{(\Phi_2 - \Phi_3) \pm 2\pi \left[\left(\frac{x_2}{P_2} - \frac{x_3}{P_3} \right) + vt \left(\frac{1}{P_2} - \frac{1}{P_3} \right) \right] \right\}} + A_1 A_3 e^{i\left\{(\Phi_1 - \Phi_3) \pm 2\pi \left[\left(\frac{x_1}{P_1} - \frac{x_3}{P_3} \right) + vt \left(\frac{1}{P_1} - \frac{1}{P_3} \right) \right] \right\}}$$

【００４７】

式２を用いてコントローラ２０４によって決定された強度が、＋１回折次数を有する照明に関係して示されることに留意されたい。本開示の実施形態は、そのような関係に限定されないことと、コントローラ１０４は、様々な回折次数（例えば、－１回折次数）を有するサンプル３１６から発する照明の強度を決定するように構成されてもよいことが、明確に考えられている。

【００４８】

コントローラ２０４は、第１セットのパターン要素１０２、第２セットのパターン要素１０４及び／又は第３セットのパターン要素１０６から発する照明に関する位相差を決定するように更に構成されてもよい。例えば、コントローラ１０４は、式３に従って、第１セットのパターン要素１０２から発する照明と第２セットのパターン要素１０４から発する照明との間の位相差（そのような位相差は δ_{12} で示される）、第２セットのパターン要素１０４から発する照明と第３セットのパターン要素１０６から発する照明との間の位相差（そのような位相差は δ_{23} で示される）、及び／又は第１セットのパターン要素１０２から発する照明と第３セットのパターン要素１０６から発する照明との間の位相差（そのような位相差は δ_{13} で示される）を決定し得る。

【数３】

10

20

30

40

50

$$\frac{x_1}{P_1} - \frac{x_2}{P_2} = \delta_{12}$$

$$\frac{x_2}{P_2} - \frac{x_3}{P_3} = \delta_{23}$$

$$\frac{x_1}{P_1} - \frac{x_3}{P_3} = \delta_{13}$$

10

【0049】

コントローラ104は、式3に従って計算された位相差に基づいて、サンプル316の2つの層の間のオーバーレイ値（例えば、オーバーレイ誤差）を決定するように更に構成されてもよい。例えば、コントローラ204は、式4に従って、サンプル316の第1層とサンプル316の第2層との間のオーバーレイ誤差（例えば、 $OV L_{1-2}$ ）を決定するように構成されてもよい。

20

【数4】

$$OV L_{1-2} = x_1 - x_2 = P_2 \frac{\delta_{12} - \frac{P_3}{P_1} \frac{P_2 - P_1}{P_3 - P_2} \delta_{23}}{1 + \frac{P_3}{P_1} \frac{P_2 - P_1}{P_3 - P_2}}$$

【0050】

コントローラ204の1つ又は複数のプロセッサ206は、当該技術分野で公知の任意のプロセッサ又は処理要素を含んでもよい。本開示の目的に関して、「プロセッサ」又は「処理要素」という用語は、1つ又は複数の処理要素又は論理要素（例えば、1つ又は複数のマイクロプロセッサデバイス、1つ又は複数の特定用途向け集積回路（ASIC）デバイス、1つ又は複数のフィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）、或いは1つ又は複数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義に定義され得る。この意味で、1つ又は複数のプロセッサ206は、アルゴリズム及び／又は命令（例えば、メモリ内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んでもよい。一実施形態では、本開示全体を通じて説明される時、1つ又は複数のプロセッサ206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、ネットワークコンピュータ、又は動作する若しくは計測システム200と連携して動作するように構成されたプログラムを実行するように構成された任意の別のコンピュータシステムとして実現されてもよい。更に、本開示全体を通じて説明されるステップは、単一のコントローラ204、又はその代替として複数のコントローラによって実行されてもよい。更に、コントローラ204は、共通のハウジング内又は複数のハウジング内に収容された1つ又は複数のコントローラを含んでもよい。このようにして、任意のコントローラ又はコントローラの組合せが、計測システム200への統合に適したモジュールとして個別にパッケージ化されてもよい。更に、コントローラ204は、1つ又は複数の計測サブシステム202から受信されたデータを分析して、そのデータを計測システム200内の又は計測システム200の外部の追加の構成要素に供給してもよい。

30

40

50

【0051】

メモリ媒体208は、関連する1つ又は複数のプロセッサ204によって実行可能なプログラム命令を格納するのに適した、当技術分野で公知の任意の記憶媒体を含んでもよい。例えば、メモリ媒体208は、非一時的メモリ媒体を含んでもよい。別の一例として、メモリ媒体208は、読み出し専用メモリ（ROM）、ランダムアクセスメモリ（RAM）、磁気又は光学メモリデバイス（例えば、ディスク）、磁気テープ、ソリッドステートドライブ等を含んでもよいがこれらに限定されない。メモリ媒体208は、1つ又は複数のプロセッサ206と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更に留意されたい。一実施形態では、メモリ媒体208は、1つ又は複数のプロセッサ206及びコントローラ204の物理的位置に対して遠隔に位置してもよい。例えば、コントローラ204の1つ又は複数のプロセッサ206は、ネットワーク（例えば、インターネット、イントラネット等）を介してアクセス可能なリモートメモリ（例えば、サーバ）にアクセスしてもよい。

10

【0052】

一実施形態では、ユーザインターフェース（図示せず）がコントローラ204に通信可能に結合される。ユーザインターフェースは、1つ又は複数のデスクトップ、ラップトップ、タブレット等を含んでもよいがこれらに限定されない。別の一実施形態では、ユーザインターフェースは、計測システム200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のディスプレイは、当該技術分野で公知の任意のディスプレイを含んでもよい。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、又はCRTディスプレイを含んでもよいがこれらに限定されない。当業者であれば、ユーザインターフェースと統合可能な任意の表示装置が本開示の実装に適していることを認識するはずである。別の一実施形態では、ユーザは、ユーザインターフェースのユーザ入力装置を介してユーザに表示されたデータに応じた選択及び／又は指示を入力してもよい。

20

【0053】

別の一実施形態では、コントローラ204は、計測システム200の1つ又は複数の要素に通信可能に結合される。これに関して、コントローラ204は、計測システム200の任意の構成要素からデータを送信及び／又は受信してもよい。例えば、コントローラ204は、検出器320、322に通信可能に結合されることにより、検出器320、322から1つ又は複数の画像を受信してもよい。更に、コントローラ204は、関連する構成要素に対する1つ又は複数の制御信号を生成することによって、計測システム200の任意の構成要素を誘導又は別途制御してもよい。

30

【0054】

図4は、本開示の1つ又は複数の実施形態に従う、サンプルのオーバーレイを測定する方法400のステップを示すプロセスフロー図を示す。

【0055】

ステップ402では、1つ又は複数の計測ターゲット100を含むサンプルが照明される。例えば、計測システム200は、照明ビームをサンプル316上に誘導してもよい。本明細書で用いられる場合、用語「照明ビーム」は、光学照明ビーム326を含むがこれに限定されない任意の放射ビームを指すことがある。

40

【0056】

ステップ404では、計測ターゲット100の第1セットのパターン要素102、第2セットのパターン要素104、及び第3セットのパターン要素106から発する照明が検出される。例えば、光学照明ビーム326が検出されてもよい。

【0057】

ステップ406では、1つ又は複数の第1オーバーレイ測定値が生成される。例えば、コントローラ204は、第1セットのパターン要素102の1つ又は複数の部分から発する照明を示す1つ又は複数の信号に基づいて、サンプル316の1つ又は複数の第1オーバーレイ測定値を生成するように構成されてもよい。サンプル316の1つ又は複数の第

50

1 オーバーレイ測定値は、1つ又は複数の強度測定値を含んでもよい（例えば、コントローラ204は、式1〜3に従って1つ又は複数の強度及び／又は位相差を決定してもよい）。

【0058】

ステップ408では、1つ又は複数の第2オーバーレイ測定値が生成される。例えば、コントローラ204は、第2セットのパターン要素104の1つ又は複数の部分から発する照明を示す1つ又は複数の信号に基づいて、サンプル316の1つ又は複数の第2オーバーレイ測定値を生成するように構成されてもよい。サンプル316の1つ又は複数の第2オーバーレイ測定値は、1つ又は複数の強度測定値を含んでもよい（例えば、コントローラ204は、式1〜3に従って1つ又は複数の強度及び／又は位相差を決定してもよい）。

10

【0059】

ステップ410では、1つ又は複数の第3オーバーレイ測定値が生成される。例えば、コントローラ204は、第3セットのパターン要素106の1つ又は複数の部分から発する照明を示す1つ又は複数の信号に基づいて、サンプル316の1つ又は複数の第3オーバーレイ測定値を生成するように構成されてもよい。サンプル316の1つ又は複数の第3オーバーレイ測定値は、1つ又は複数の強度測定値を含んでもよい（例えば、コントローラ204は、式1〜3に従って1つ又は複数の強度及び／又は位相差を決定してもよい）。

【0060】

ステップ412では、1つ又は複数の第1オーバーレイ測定値、1つ又は複数の第2オーバーレイ測定値、及び／又は1つ又は複数の第3オーバーレイ測定値に基づいて、オーバーレイ誤差が決定される。例えば、コントローラ204は、式4を用いて、サンプル316の第1層とサンプル316の第2層との間のオーバーレイ誤差を生成するように構成されてもよい。

20

【0061】

いくつかの実施形態では、方法400は、少なくともステップ412で決定された1つ又は複数のオーバーレイ値に基づいて1つ又は複数のオーバーレイ修正可能物が提供される1つ又は複数の追加のステップ（例えば、任意選択のステップ414）を含んでもよい。例えば、1つ又は複数の追加のステップは、1つ又は複数のプロセスツール（例えば、リソグラフィツール）の1つ又は複数のパラメータ（例えば、製造設定、構成等）を調整するための1つ又は複数の制御信号（又は制御信号に対する補正）を生成するコントローラ204を含んでもよい。制御信号（又は制御信号に対する補正）は、フィードバック及び／又はフィードフォワード制御ループの部分としてコントローラ204によって提供されてもよい。コントローラ204は、1つ又は複数のプロセスツールに、1つ又は複数の制御信号（又は制御信号に対する補正）に基づいて、1つ又は複数のプロセスツールの1つ又は複数のパラメータに対する1つ又は複数の調整を実行させ得る。いくつかの実施形態では、コントローラ204は、1つ又は複数の調整を行うようにユーザに警告してもよい。この意味において、1つ又は複数の制御信号は、1つ又は複数のプロセスツールの1つ又は複数の製造プロセスの誤差を補償してもよく、それで、1つ又は複数のプロセスツールが、同じ又は異なるロット内の後続のサンプルでの複数の露光にわたって選択された許容誤差内にオーバーレイを維持することを可能にし得る。

30

【0062】

図5は、本開示の1つ又は複数の実施形態に従う、計測ターゲット100を形成する方法500のステップを示すプロセスフロー図である。

【0063】

ステップ502では、第1セットのパターン要素102が、サンプルの第1セル101及び第2セル103内に形成される。例えば、第1セットのパターン要素102の第1部分は、第1セル101内に形成されてもよく、第1セットのパターン要素102の第2部分は、第2セル103内に形成されてもよい。第1セットのパターン要素102は、1つ

40

50

又は複数の堆積、リソグラフィ、又はエッチングステップ等であってこれらに限定されない1つ又は複数のプロセスステップを通じて製造され得る。第1セットのパターン要素102は、1つ又は複数のプロセスツール（例えば、リソグラフィツール）を用いて形成されてもよい。

【0064】

ステップ504では、第2セットのパターン要素104が、サンプルの第1セル101及び第2セル103内に形成される。例えば、第2セットのパターン要素104の第1部分は、第1セル101内に形成されてもよく、第2セットのパターン要素104の第2部分は、第2セル103内に形成されてもよい。第2セットのパターン要素104は、1つ又は複数の堆積、リソグラフィ、又はエッチングステップ等であってこれらに限定されない1つ又は複数のプロセスステップを通じて製造されてもよい。第2セットのパターン要素104は、1つ又は複数のプロセスツール（例えば、リソグラフィツール）を用いて形成されてもよい。

【0065】

ステップ506では、第3セットのパターン要素106が、サンプルの第1セル101及び第2セル103内に形成される。例えば、第3セットのパターン要素106の第1部分は、第1セル101内に形成されてもよく、第3セットのパターン要素106の第2部分は、第2セル103内に形成されてもよい。第3セットのパターン要素106は、1つ又は複数の堆積、リソグラフィ、又はエッチングステップ等であってこれらに限定されない1つ又は複数のプロセスステップを通じて製造されてもよい。第3セットのパターン要素106は、1つ又は複数のプロセスツール（例えば、リソグラフィツール）を用いて形成されてもよい。

【0066】

本明細書に記載されたすべての方法は、方法の実施形態の1つ又は複数のステップの結果をメモリに記憶することを含んでもよい。結果は、本明細書に記載された結果のうちのいずれかを含んでもよく、当該技術分野で公知の任意の方法で記憶されてもよい。メモリは、本明細書に記載された任意のメモリ、又は当該技術分野で公知の任意の別の適した記憶媒体を含んでもよい。結果が記憶された後に、結果はメモリ内でアクセスされ、本明細書に記載された方法又はシステムの実施形態のうちのいずれかによって使用され、ユーザへの表示のためにフォーマットされ、別のソフトウェアモジュール、方法、又はシステム等によって使用され得る。更に、結果は、「永久に」、「半永久に」、「一時的に」、又は一定期間記憶されてもよい。例えば、メモリは、ランダムアクセスメモリ（RAM）であってもよく、結果は、必ずしもメモリ内に無期限に記憶されなくてもよい。

【0067】

上記の方法の実施形態のそれぞれは、本明細書に記載の任意の別の方法の任意の別のステップを含んでもよいことが更に考えられる。更に、上記の方法の実施形態のそれぞれは、本明細書に記載されたシステムのうちのいずれかによって実行されてもよい。

【0068】

当業者であれば、本明細書に記載された構成要素の動作、デバイス、オブジェクト、及びそれらに付随する議論が、概念的な明瞭さのための例として使用され、様々な構成の変更が考えられることを認識するであろう。したがって、本明細書で使用される場合、述べられた特定の例及び付随する説明が、それらのより一般的なクラスを代表することが意図される。一般に、なんらかの特定の例の使用は、そのクラスを代表することが意図されており、特定の構成要素、操作、デバイス、及びオブジェクトが含まれないことは限定として解釈されるべきではない。

【0069】

本明細書で使用される場合、「最上部」、「底部」、「上に」、「下に」、「上側の」、「上方に」、「下側の」、「下へ」、及び「下方に」等の方向を示す用語は、説明のための相対的な位置を提供するように意図されており、これらは、絶対的な基準枠を指定することを意図したものではない。記載された実施形態に対する様々な修正が、当業者には

10

20

30

40

50

明らかであり、本明細書で規定された一般原理が、別の実施形態に適用され得る。

【0070】

本明細書における実質的に任意の複数形及び／又は単数形の用語の使用に関して、当業者であれば、状況及び／又は用途に応じて、複数形から単数形へ、及び／又は単数形から複数形に変換し得る。様々な単数形／複数形の置換は、明瞭にするために、本明細書では明示的には述べられない。

【0071】

本明細書に記載された主題は時には、別の構成要素内に含まれた、又は別の構成要素と接続された異なる構成要素を示す場合がある。そのような図示されたアーキテクチャは、単なる例示であり、実際には、同じ機能を達成する多くの別のアーキテクチャが実装され得ることが理解されるべきである。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配列は、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、アーキテクチャ又は中間構成要素に関係なく、所望の機能が達成されるように互いに「関連付けられる」とみなされ得る。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、所望の機能を達成するために互いに「接続」又は「結合」されているとみなされ得、そして、そのように関連付けられ得る任意の2つの構成要素がまた、所望の機能を達成するために互いに「結合可能」とであるとみなされ得る。結合可能であることの特定の例として、物理的に嵌合可能である及び／又は物理的に相互作用する構成要素、並びに／或いは無線で相互作用可能である及び／又は無線で相互作用する構成要素、並びに／或いは論理的に相互作用する及び／又は論理的に相互作用可能である構成要素が挙げられるが、これらに限定されない。

【0072】

更に、本発明は、添付の特許請求の範囲によって規定されることを理解されたい。一般に、本明細書、特に添付の特許請求の範囲（例えば、添付の請求項の本文）内に使用される用語が概して、「開放」用語（例えば、「を含む」という用語は、「を含むがそれに限定されない」と解釈されるべきであり、「を有する」という用語は、「を少なくとも有する」と解釈されるべきであり、「を含む」という用語は、「を含むがそれに限定されない」と解釈されるべきである等）として意図されていることが当業者には理解されるであろう。特定の数の従属請求項の記載が意図されている場合、そのような意図は請求項に明示的に記載され、そのような記載がない場合、そのような意図が存在しないことが当業者に更に理解されるであろう。例えば、理解への助けとして、以下の添付の特許請求の範囲は、特許請求の範囲の記載を導入するために、「少なくとも1つの」及び「1つ又は複数の」という導入句の使用を含む場合がある。しかしながら、そのような語句の使用は、不定冠詞「a」又は「an」による請求項記載の導入が、同じ請求項が、「1つ又は複数の」或いは「少なくとも1つの」という導入句及び「a」又は「an」等の不定冠詞を含む（例えば、「a」及び／又は「an」は通常、「少なくとも1つの」又は「1つ又は複数の」を意味すると解釈されるべきである）ときでさえ、そのような導入請求項記載を含む任意の特定の請求項を、唯1つのそのような記載を含む発明に限定することを意味するものと解釈されるべきではなく、同じことが、請求項記載を導入するために使用される定冠詞の使用にも当てはまる。更に、特定の数の導入請求項が明示的に記載されている場合でさえ、当業者であれば、そのような記載は通常、少なくとも導入数を意味すると解釈されるべきであることを認識するであろう（例えば、別の修飾語を伴わない「2つの記載」という生の記載は、通常は少なくとも2つの記載、又は2つ以上の記載を意味する）。更に、「A、B、及びC等のうちの少なくとも1つ」に類似した記法が使用される場合、一般にそのような構成は、当業者がその記法を理解する意味（例えば、「A、B、及びCのうちの少なくとも1つを有するシステム」とは、Aのみを、Bのみを、Cのみを、AとBとを一緒に、AとCとを一緒に、BとCとを一緒に、及び／又はA、B、及びCと一緒に等を有するシステムを含むがこれらに限定されない）に意図される。「A、B、又はC等のうちの少なくとも1つ」に類似した記法が使用される場合、一般にそのような構成は、当業

10

20

30

40

50

者がその記法を理解する意味（例えば、「A、B、又はCのうちの少なくとも1つを有するシステム」は、Aのみを、Bのみを、Cのみを、AとBとを一緒に、AとCとを一緒に、BとCとを一緒に、及び／又はAとBとCとを一緒に等を有するシステムを含むが、これらに限定されない）に意図される。明細書、特許請求の範囲、又は図面のいずれにおいても、2つ以上の代替用語を提示する事実上あらゆる選言的な単語及び／又は語句は、用語のうちの1つ、用語のうちのどちらか、又は両方の用語を含む可能性を考慮するものと理解されるべきであることが、当業者によって更に理解されるであろう。例えば、「A又はB」という語句は、「A」若しくは「B」、又は「A及びB」の可能性を含むと理解される。

【0073】

本開示及びその付随する利点の多くは、前述の記載によって理解されるものと考えられ、開示された主題から逸脱することなく、又はその具体的な利点のすべてを犠牲にすることなく、構成要素の形式、構造及び配列に様々な変更が加えられ得ることが明らかであろう。記載された形式は、単に説明的であり、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。更に、本発明は添付の特許請求の範囲によって規定されることを理解されたい。

10

20

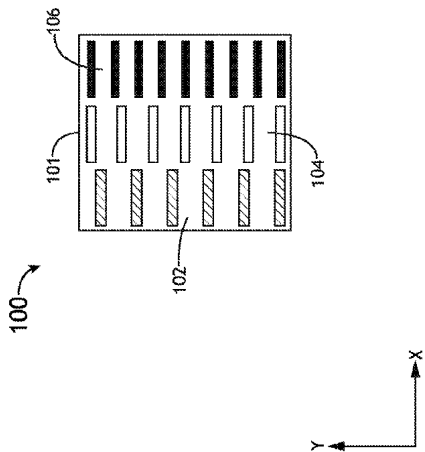
30

40

50

【図面】

【図 1 A】



【図 1 B】

FIG.1A

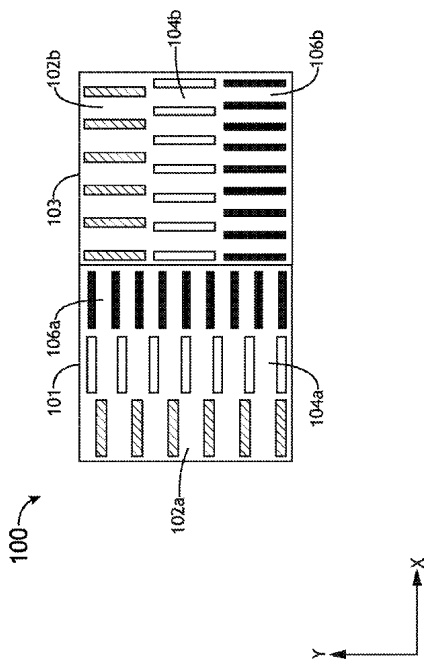
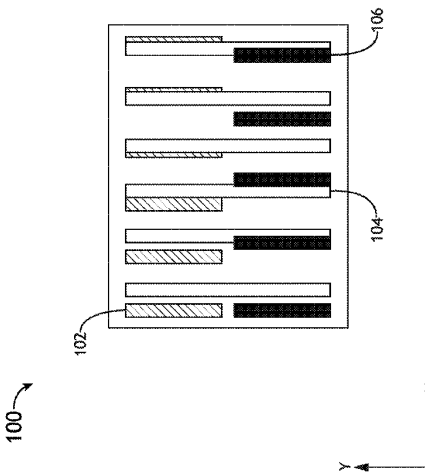


FIG.1B

【図 1 C】



【図 1 D】

FIG.1C

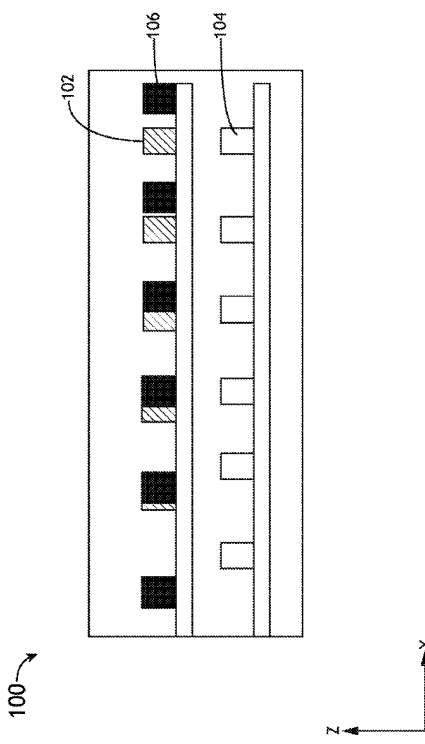


FIG.1D

10

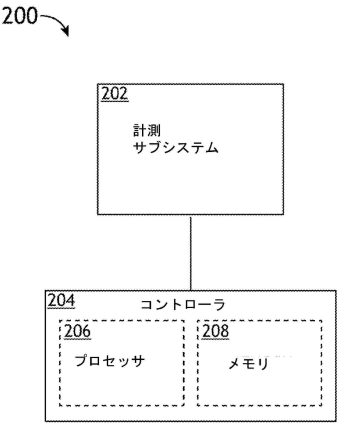
20

30

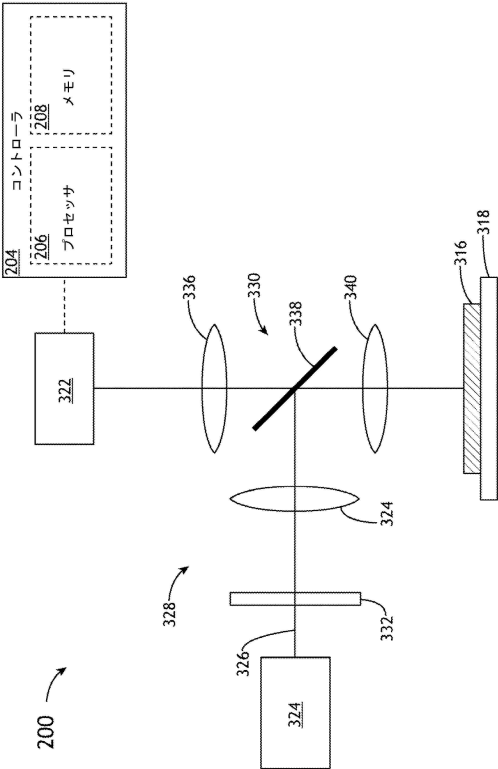
40

50

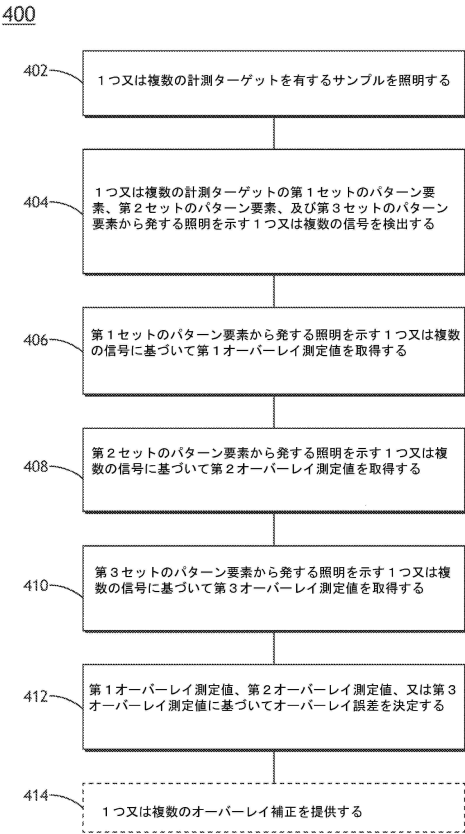
【図 2】



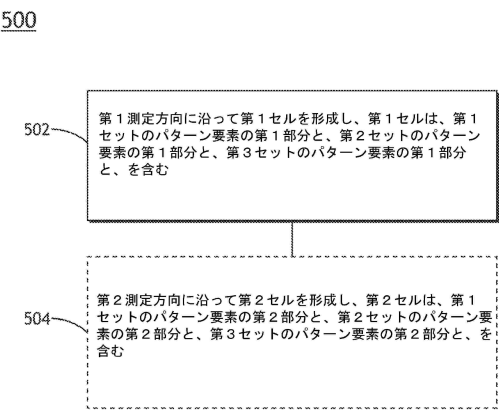
【図 3】



【図 4】



【図 5】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 レビンスキ ウラディミール
 イスラエル ハエメク ミクダル ハーモン 9
- (72)発明者 ボルフマン アレクサンダー
 イスラエル ハエメク ミクダル ハネジイム ストリート 12／10
- (72)発明者 ウジエル ヨラム
 イスラエル ヨドファット ハマアガル ストリート 17
- 審査官 藤田 健
- (56)参考文献 特開2016-105111 (JP, A)
 特開2018-128702 (JP, A)
 特開2019-192943 (JP, A)
 特表2006-509219 (JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
 G03F 7／20
 G03F 9／00
 H01L 21／66