

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号
特表2025-510441
(P2025-510441A)

(43)公表日 令和7年4月15日(2025.4.15)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード (参考)
G 0 1 N 21/17 (2006.01)	G 0 1 N 21/17 A	2 G 0 5 9
G 0 1 N 21/45 (2006.01)	G 0 1 N 21/45 A	4 M 1 0 6
H 0 1 L 21/66 (2006.01)	H 0 1 L 21/66 J	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全32頁)

(21)出願番号	特願2024-515882(P2024-515882)	(71)出願人	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5年2月28日(2023.2.28)	(74)代理人	110001210 弁理士法人 Y K I 国際特許事務所
(85)翻訳文提出日	令和6年4月30日(2024.4.30)	(72)発明者	パスコパー ユーリ イスラエル ピンヤミーナ セオラ スト リート 3 2 エイ
(86)国際出願番号	PCT/US2023/014005	(72)発明者	グドル イタイ イスラエル ハレビ バイト ハレビ 3 1 7
(87)国際公開番号	WO2023/191988	(72)発明者	ルバシェフスキー ユバル イスラエル ハイファ スモレンスキ ン ストリート 2 2
(87)国際公開日	令和5年10月5日(2023.10.5)	(72)発明者	レビンスキー ウラジミール
(31)優先権主張番号	17/709,200		
(32)優先日	令和4年3月30日(2022.3.30)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		
(81)指定国・地域	AP(BW,CV,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW), EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES, FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV 最終頁に続く		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 オーバーレイ計測における特定のフーリエ瞳周波数を分離するためのシステムおよび方法

(57)【要約】

システムは、照明ビームを生成するように構成された照明源と、対物レンズ、集光瞳面に配置された1つまたは複数の検出器、光変調器を含む集光サブシステムと、コントローラを含む。光変調器は、測定光の1つまたは複数の選択された部分を1つまたは複数の検出器に方向付けるように構成されている。コントローラは、プログラム命令を実行するように構成された1つまたは複数のプロセッサを含み、このプログラム命令は、1つまたは複数のプロセッサに、1つまたは複数の検出器に方向付けられた測定光の1つまたは複数の選択された部分に関連する検出信号を、1つまたは複数の検出器から受信することによって、および検出信号に基づいて試料の少なくとも2つの層に関連するオーバーレイ測定値を生成することによって、計測レシピを実行させる。

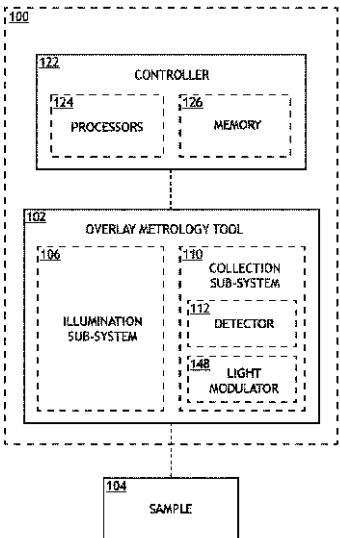


FIG. 1A

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

オーバーレイ計測システムであって、
照明ビームを生成するように構成された照明源と、
集光サブシステムであって、

計測レシピに従って前記照明ビームに応答して試料から発せられた測定光を収集するように構成された対物レンズであって、前記試料が、前記計測レシピに従って少なくとも 2 つの層を含むオーバーレイターゲットを含む、対物レンズと、

第 1 の瞳面に配置された 1 つまたは複数の検出器と、

第 2 の瞳面に配置された光変調器であって、前記第 2 の瞳面内の前記測定光の 1 つまたは複数の選択された部分を前記 1 つまたは複数の検出器に方向付けるように構成された光変調器と、を備える、集光サブシステムと、

前記集光サブシステムに通信可能に結合されたコントローラであって、プログラム命令を実行するように構成された 1 つまたは複数のプロセッサを含むコントローラと、を備え、前記プログラム命令が、前記 1 つまたは複数のプロセッサに、

前記 1 つまたは複数の検出器に方向付けられた前記測定光の前記 1 つまたは複数の選択された部分に関連する検出信号を、前記 1 つまたは複数の検出器から受信することによって、および

前記検出信号に基づいて前記試料の前記少なくとも 2 つの層に関連するオーバーレイ測定値を生成することによって、前記計測レシピを実行させる、オーバーレイ計測システム

【請求項 2】

前記検出信号を前記受信することが、前記計測レシピに従って、前記検出信号が時間変化する干渉信号となるように、前記試料が前記 1 つまたは複数の検出器に対して動いているときに生じる、請求項 1 に記載のオーバーレイ計測システム。

【請求項 3】

前記光変調器が、前記 1 つまたは複数の検出器に方向付けられた前記測定光の前記 1 つまたは複数の選択された部分の動的選択を提供するために動的に調整可能に構成されている、請求項 1 に記載のオーバーレイ計測システム。

【請求項 4】

前記光変調器が、空間光変調器、微小電気機械システム（MEMS）デバイス、または変形可能な光学部品のうちの少なくとも 1 つを含む、請求項 1 に記載のオーバーレイ計測システム。

【請求項 5】

前記 1 つまたは複数の検出器が、前記第 1 の瞳面を横切るように分布した 2 つ以上の検出器である、請求項 1 に記載のオーバーレイ計測システム。

【請求項 6】

前記検出信号を前記受信することが、前記計測レシピに従って、前記検出信号が時間変化する干渉信号となるように、前記試料が前記 2 つ以上の検出器に対して動いているときに生じ、

前記光変調器が、前記 2 つ以上の検出器に方向付けられた前記測定光の前記 1 つまたは複数の選択された部分の動的選択を提供するために動的に調整可能に構成されており、

前記光変調器が、空間光変調器、微小電気機械システム（MEMS）デバイス、デジタル光処理（DLP）デバイス、または変形可能な光学部品のうちの少なくとも 1 つを含む、請求項 5 に記載のオーバーレイ計測システム。

【請求項 7】

前記 2 つ以上の検出器のうちの少なくとも 1 つが、フォトダイオード、アバランシェフォトダイオード、または光電子増倍管のうちの少なくとも 1 つを含む、請求項 6 に記載のオーバーレイ計測システム。

【請求項 8】

前記測定光の前記１つまたは複数の選択された部分が、
選択された回折次数、または
重なり合う回折次数のうちの少なくとも１つを含む、請求項６に記載のオーバーレイ計測システム。

【請求項９】

前記１つまたは複数の検出器に方向付けられた前記測定光の前記１つまたは複数の選択された部分が、前記光変調器で反射される、請求項１に記載のオーバーレイ計測システム。

【請求項１０】

前記１つまたは複数の検出器に方向付けられた前記測定光の前記１つまたは複数の選択された部分が、前記光変調器によって透過される、請求項１に記載のオーバーレイ計測システム。

【請求項１１】

前記１つまたは複数の検出器が、前記試料が静止しているときに前記検出信号を生成する、請求項１に記載のオーバーレイ計測システム。

【請求項１２】

前記１つまたは複数の検出器が、多画素センサを含む、請求項１に記載のオーバーレイ計測システム。

【請求項１３】

前記多画素センサが、電荷結合素子（ＣＣＤ）または相補型金属酸化膜半導体（ＣＭＯＳ）デバイスのうちの少なくとも１つである、請求項１２に記載のオーバーレイ計測システム。

【請求項１４】

前記１つまたは複数の検出器のセンサ素子が、前記第１の瞳面をアンダーフィルしており、

前記光変調器が、前記測定光の前記１つまたは複数の選択された部分を前記センサ素子の位置に方向付ける、請求項１に記載のオーバーレイ計測システム。

【請求項１５】

前記オーバーレイターゲット内の前記試料の前記少なくとも２つの層上の格子構造が、共通のピッチを有する、請求項１に記載のオーバーレイ計測システム。

【請求項１６】

前記オーバーレイターゲット内の前記試料の前記少なくとも２つの層上の格子構造が、異なるピッチを持ち、

前記格子構造から形成された格子オーバー格子構造が、モアレ構造である、請求項１に記載のオーバーレイ計測システム。

【請求項１７】

前記照明ビームが環状であり、

前記１つまたは複数の検出器に方向付けられた前記測定光の前記１つまたは複数の選択された部分が、前記モアレ構造からの環状回折次数の重なり領域を含む、請求項１６に記載のオーバーレイ計測システム。

【請求項１８】

前記照明ビームが円形であり、

前記１つまたは複数の検出器に方向付けられた前記測定光の前記１つまたは複数の選択された部分が、前記試料の前記少なくとも２つの層上のモアレ構造からの円形回折次数の重なり領域を含む、請求項１に記載のオーバーレイ計測システム。

【請求項１９】

視野面検出器を有するオーバーレイ計測システムであって、

照明ビームを生成するように構成された照明源と、

集光サブシステムであって、

計測レシピに従って前記照明ビームに応答して試料から発せられた測定光を収集する

10

20

30

40

50

ように構成された対物レンズであって、前記試料が、前記計測レシピに従って少なくとも2つの層を備えるオーバーレイターゲットを含む、対物レンズと、

前記集光サブシステムの集光視野面に配置された1つまたは複数の検出器と、

集光瞳面に配置された光変調器であって、前記集光瞳面内の前記測定光の1つまたは複数の選択された部分を前記1つまたは複数の検出器に方向付けるように構成された光変調器と、を備える、集光サブシステムと、

前記集光サブシステムに通信可能に結合されたコントローラであって、プログラム命令を実行するように構成された1つまたは複数のプロセッサを含むコントローラと、を備え、前記プログラム命令が、前記1つまたは複数のプロセッサに、

前記1つまたは複数の検出器に方向付けられた前記測定光の前記1つまたは複数の選択された部分に関連する検出信号を、前記1つまたは複数の検出器から受信することによって、および

前記検出信号に基づいて前記試料の前記少なくとも2つの層に関連するオーバーレイ測定値を生成することによって、前記計測レシピを実行させる、オーバーレイ計測システム。

【請求項20】

前記検出信号を前記受信することが、前記試料が静止している間に生じ、

前記1つまたは複数の検出器が、電荷結合素子（CCD）または相補型金属酸化膜半導体（CMOS）デバイスのうちの少なくとも1つを含む、請求項19に記載のオーバーレイ計測システム。

【請求項21】

オーバーレイ計測のための方法であって、

第2の瞳面内に配置された光変調器を使用して、前記第2の瞳面内の測定光の1つまたは複数の選択された部分であって、試料から発せられた1つまたは複数の選択された部分を、第1の瞳面に配置された1つまたは複数の検出器に方向付けることと、

前記測定光の前記1つまたは複数の選択された部分に関連する検出信号を、前記1つまたは複数の検出器から受信することと、

前記検出信号に基づいて、前記試料の2つの層に関連するオーバーレイ測定値を生成することと、を含む方法。

【請求項22】

前記検出信号を前記受信することが、前記検出信号が時間変化する干渉信号となるように、前記試料が前記1つまたは複数の検出器に対して動いているときに生じる、請求項21に記載の方法。

【請求項23】

前記測定光の前記選択された部分を前記方向付けることが、前記1つまたは複数の検出器に方向付けられた前記測定光の前記選択された部分の動的選択を提供するために前記光変調器を動的に調整することを含む、請求項21に記載の方法。

【請求項24】

前記光変調器が、空間光変調器、微小電気機械システム（MEMS）デバイス、または変形可能な光学部品のうちの少なくとも1つを含む、請求項21に記載の方法。

【請求項25】

前記1つまたは複数の検出器に方向付けられた前記測定光の前記選択された部分が、前記光変調器で反射される、請求項21に記載の方法。

【請求項26】

前記1つまたは複数の検出器に方向付けられた前記測定光の前記選択された部分が、前記光変調器によって透過される、請求項21に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、概して、オーバーレイ計測に関し、より具体的には、光変調を用いたオーバ

10

20

30

40

50

ーレイ計測のためのシステムおよび方法に関する。

【背景技術】

【0002】

オーバーレイ計測とは、一般に、これに限定されるものではないが半導体デバイスなどの試料の上の層同士の相対アライメントの測定を指す。オーバーレイ測定値またはオーバーレイ誤差の測定値とは、通常、2つ以上の試料層上に作製されたフィーチャ同士のアライメントずれの測定値を指す。一般的な意味では、デバイスが適切に機能するには、複数の試料層上に作製されたフィーチャ同士を適切にアライメントすることが必要である。

【0003】

フィーチャのサイズを小さくしフィーチャの密度を高めるという要求により、それに応じて正確で効率的なオーバーレイ計測に対する要求が増大している。計測システムは、通常、試料を横切るように分布した専用の計測ターゲット（つまり、オーバーレイターゲット）を測定またはその他の方法で検査することによって、試料に関連する計測データを生成する。したがって、試料は、通常、並進ステージに取り付けられ、計測ターゲットが測定視野内に順次移動されるように並進させられる。移動および測定（Move and Measure）（MAM）手法を採用した典型的な計測システムでは、各測定中、試料は静止している。ただし、測定に先立って並進ステージが落ち着くまでに必要となる時間は、スループットに悪影響を与える可能性がある。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

20

【0004】

【特許文献1】米国特許出願公開第2021／0364279号

【特許文献2】米国特許出願公開第2012／0033193号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

したがって、上記の欠点を解決するためのシステムおよび方法を提供することが望ましい。

【課題を解決するための手段】

【0006】

30

本開示の1つまたは複数の例示的な実施形態によるオーバーレイ計測システムが開示される。1つの例示的な実施形態では、本システムは、照明ビームを生成するように構成された照明源を含む。別の例示的な実施形態では、本システムは、集光サブシステムを含み、この集光サブシステムは、計測レシピに従って照明ビームに応答して試料から発せられた測定光を収集するように構成された対物レンズを有し、ここで、試料は、計測レシピに従って少なくとも2つの層を含むオーバーレイターゲットを含む。別の例示的な実施形態では、本システムは、第1の瞳面に配置された1つまたは複数の検出器を含む。別の例示的な実施形態では、本システムは、第2の瞳面に配置された光変調器を含み、光変調器は、第2の瞳面内の測定光の1つまたは複数の選択された部分を1つまたは複数の検出器に方向付けるように構成されている。別の例示的な実施形態では、本システムは、集光サブシステムに通信可能に結合されたコントローラを含み、コントローラは、プログラム命令を実行するように構成された1つまたは複数のプロセッサを含み、このプログラム命令は、1つまたは複数のプロセッサに、1つまたは複数の検出器から検出信号を受信することによって、計測レシピを実行させ、ここで、検出信号は、1つまたは複数の検出器に方向付けられた測定光の1つまたは複数の選択された部分に関連する。別の例示的な実施形態では、1つまたは複数のプロセッサは、プログラム命令を実行するようにさらに構成され、このプログラム命令は、1つまたは複数のプロセッサに、計測レシピに従って検出信号に基づいて試料の少なくとも2つの層に関連するオーバーレイ測定値を生成することによって、計測レシピを実行させる。

40

【0007】

50

本開示の1つまたは複数の例示的な実施形態による視野面検出器を有するオーバーレイ計測システムが開示される。1つの例示的な実施形態では、本システムは、照明ビームを生成するように構成された照明源を含む。別の例示的な実施形態では、本システムは、集光サブシステムを含み、この集光サブシステムは、計測レシピに従って照明ビームにตอบสนองして試料から発せられた測定光を収集するように構成された対物レンズを有し、ここで、試料は、計測レシピに従って少なくとも2つの層を含むオーバーレイターゲットを含む。別の例示的な実施形態では、本システムは、集光視野面に配置された1つまたは複数の検出器を含む。別の例示的な実施形態では、本システムは、集光瞳面に配置された光変調器を含み、光変調器が、集光瞳面内の測定光の1つまたは複数の選択された部分を1つまたは複数の検出器に方向付けるように構成されている。別の例示的な実施形態では、本システムは、集光サブシステムに通信可能に結合されたコントローラを含み、コントローラは、プログラム命令を実行するように構成された1つまたは複数のプロセッサを含み、このプログラム命令は、1つまたは複数のプロセッサに、1つまたは複数の検出器から検出信号を受信することによって、計測レシピを実行させ、ここで、検出信号は、1つまたは複数の検出器に方向付けられた測定光の1つまたは複数の選択された部分に関連する。別の例示的な実施形態では、1つまたは複数のプロセッサは、プログラム命令を実行するようにさらに構成され、このプログラム命令は、1つまたは複数のプロセッサに、計測レシピに従って検出信号に基づいて試料の少なくとも2つの層に関連するオーバーレイ測定値を生成することによって、計測レシピを実行させる。

10

【0008】

20

本開示の1つまたは複数の例示的な実施形態によるオーバーレイ計測のための方法が開示される。1つの例示的な実施形態では、本方法は、第2の瞳面内に配置された光変調器を使用して、第2の瞳面内の測定光の1つまたは複数の選択された部分であって、試料から発せられた1つまたは複数の選択された部分を、第1の瞳面に配置された1つまたは複数の検出器に方向付けることを含む。別の例示的な実施形態では、本方法は、測定光の1つまたは複数の選択された部分に関連する検出信号を、1つまたは複数の検出器から受信することを含む。別の例示的な実施形態では、本システムは、検出信号に基づいて、試料の2つの層に関連するオーバーレイ測定値を生成することを含む。

【0009】

前述の一般的な説明および以下の詳細な説明はいずれも例示的かつ説明的なものにすぎず、特許請求の範囲に記載された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。本明細書に組み込まれ、本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すものであり、一般的な説明と共に、本発明の原理を説明するのに役立つものである。

30

【0010】

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。

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1A】本開示の1つまたは複数の実施形態による、オーバーレイ計測のためのシステムの概念図である。

40

【図1B】本開示の1つまたは複数の実施形態による、集光瞳面内に透過型光変調器を有するオーバーレイ計測ツールの概略図である。

【図1C】本開示の1つまたは複数の実施形態による、集光瞳面内に反射型光変調器を有するオーバーレイ計測ツールの概略図である。

【図2】本開示の1つまたは複数の実施形態による、試料のオーバーレイターゲットの1つのセルの側面図である。

【図3A】本開示の1つまたは複数の実施形態による、円形照明ビームの照明瞳面分布の概略図を示す。

【図3B】本開示の1つまたは複数の実施形態による、図3Aの円形照明ビームの回折次

50

数の集光瞳面分布の概略図を示す。

【図 3 C】本開示の 1 つまたは複数の実施形態による、環状照明ビームの照明瞳面分布の概略図を示す。

【図 3 D】本開示の 1 つまたは複数の実施形態による、図 3 C の環状照明ビームの回折次数の集光瞳面分布の概略図を示す。

【図 3 E】本開示の 1 つまたは複数の実施形態による、試料のモアレターゲットのシミュレートされた集光瞳分布を示す。

【図 4】本開示の 1 つまたは複数の実施形態による、試料の X 方向にわたって測定された、図 3 の様々な領域のシミュレートされた強度信号のグラフ表示を示す。

【図 5】本開示の 1 つまたは複数の実施形態による、集光瞳面内の光変調器を用いたオーバーレイ計測のための方法のフローチャートを示す。

【発明を実施するための形態】

【0012】

本開示を、特定の実施形態およびその具体的な特徴に関して、特に示し説明してきた。本明細書に記載された実施形態は、限定的なものではなく例示的なものであると見なされる。本開示の趣旨および範囲から逸脱することなく、形態および詳細の様々な変更および修正を行うことができることは、当業者には容易に明らかなはずである。ここで、添付の図面に図示されている、開示された主題を詳細に参照する。

【0013】

図 1 ～図 5 を全体的に参照すると、本開示の 1 つまたは複数の実施形態による、集光瞳面内に光変調器を有するオーバーレイ計測のためのシステムおよび方法が開示されている。

【0014】

本開示の実施形態は、オーバーレイ計測ツールの集光瞳面内の光変調器を使用して、1 つまたは複数の検出器でのオーバーレイ測定中に試料から収集された光（本明細書では測定光と呼ぶ）の一部をフィルタリングおよび／またはアライメントすることを対象とする。このようにして、光変調器は、測定中に検出器に入射する測定光の一部を能動的に制御し得る。

【0015】

本明細書では、集光瞳内の光変調器が、様々なオーバーレイ計測ターゲット設計、測定技術、および対応するオーバーレイ計測ツールを使用して、実装され得ることが企図される。

【0016】

いくつかの実施形態では、画像ベースのオーバーレイ計測ツールが、集光瞳内に光変調器を含む。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（例えば、アドバンストイメージング計測（Advanced Imaging Metrology）（AIM）ターゲット、ボックスインボックス（Box-in-Box）計測ターゲットなど）を照明し、明視野イメージングまたは暗視野イメージングを含むがこれらに限定されない様々なイメージング技術に基づいて、オーバーレイターゲット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、捕捉された画像内のオーバーレイターゲットフィーチャの相対位置（例えば、視野面分布）を測定することによって決定され得る。本明細書では、画像ベースのオーバーレイ計測ツールの集光瞳内に配置された光変調器が、生成画像に寄与する測定光の瞳ベースのフィルタリングの調整を可能にし得ることが企図される。例えば、離散回折次数を生成するように設計された周期的フィーチャを有するオーバーレイターゲットの場合、集光瞳内の光変調器は、生成された検出信号（例えば、画像）に寄与する可能性のある回折次数の動的な選択または遮断を容易にし得る。

【0017】

さらに、光変調器を使用した集光瞳制御は、イメージング技術および／またはスキャトロメトリ技術に関連する走査モードまたは静的測定モードで実装され得る。一例として、

一部の走査ベーススキャトロメトリ技術は、試料が連続的に動き、照明ビームに対して走査されるときに生成される時間変化する干渉信号を捕捉するために、集光瞳の選択された位置に高速光検出器を含む。様々な非限定的な走査スキャトロメトリオーバーレイ計測技術が、2021年2月17日に出願された米国特許出願公開第2022/0034652号、2020年12月11日に出願された米国特許出願第17/119,536号、2022年3月30日に出願された米国特許出願第17/708,958号、および2022年3月30日に出願された米国特許出願第17/709,104号に記載されており、これらは全てそれらの全体が参照により本明細書に組み込まれる。例えば、選択された回折次数同士の間の中間の位置にそれぞれ高速光検出器を置いて、これらの領域内で時間変化する干渉信号を捕捉してもよい。本明細書では、走査オーバーレイ計測ツールの集光瞳内の光変調器が、高速光検出器に入射する測定光の制御の調整を可能にし得ることが企図される。いくつかの実施形態では、このような光変調器は、集光瞳面の選択された部分（例えば、オーバーレイを示す時間変化する干渉信号を含む位置）内の測定光を光検出器に方向付けることによって、高速光検出器同士の適切なアライメントを確実にする。このようにして、集光瞳面内の光検出器の物理的配置の誤差が補正され得る。いくつかの実施形態では、集光瞳面内の光変調器が、光検出器に入射する測定光をフィルタリングする。例えば、時間変化する信号の信号対雑音比（SNR）は、時間変化する信号を含まない測定光の部分をフィルタリングして取り除くことによって改善され得る。

10

【0018】

図1Aは、本開示の1つまたは複数の実施形態による、オーバーレイ計測のためのシステムの概念図である。

20

【0019】

一実施形態では、システム100は、試料104に対するオーバーレイ測定を実行するためのオーバーレイ計測ツール102を含む。

【0020】

実施形態では、図1Aに示されるように、オーバーレイ計測ツール102は、照明サブシステム106と、集光サブシステム110とを含み、集光サブシステム110は、1つまたは複数の検出器112と、（例えば、集光瞳面114内の）光変調器148とを含み得る。

【0021】

一実施形態では、上述のように、オーバーレイ計測システム100（またはオーバーレイ計測ツール102）は、試料104を照明するために1つまたは複数の照明ビーム108の形態で照明を生成するように構成された照明サブシステム106と、照明された試料104から（例えば、計測レシピに従って）光を収集する集光サブシステム110とを含む。さらに、1つまたは複数の照明ビーム108は、それらが試料104の選択された部分を照明できるように、空間的に制限されていてもよい。例えば、1つまたは複数の照明ビーム108のそれぞれは、オーバーレイターゲット202の特定のセル204を照明するように空間的に制限されていてもよい。

30

【0022】

本開示における試料の説明／限定（例えば、試料のフィーチャ／層／ターゲット）は、「計測レシピ」に従った説明／限定として解釈され得ることに留意されたい。例えば、システム100は、計測レシピに従って、特定の種類の試料または試料のフィーチャのために構成され得る。例えば、システム100は、試料の特定の種類のフィーチャ（例えば、格子オーバー格子（grating-over-grating）ターゲット）のオーバーレイ測定を計算するように設計（構成）されてもよく、および／またはプログラム（例えば、プログラム命令）されてもよく、これが、「計測レシピに従って」などが意味し得るものである。

40

【0023】

再び図1A～図1Cを参照して、オーバーレイ計測ツール102の1つまたは複数の検出器112および光変調器148を、本開示の1つまたは複数の実施形態に従って、より

50

詳細に説明する。

【0024】

上述のように、実施形態では、システム100は、光変調器148をさらに含み得る。光変調器148は、概して、集光瞳面114内の光（例えば、測定光）の1つまたは複数の選択された部分を1つまたは複数の検出器112に選択的に方向付ける（例えば、透過する、反射する、向ける、アライメントする、フィルタリングするなど）ように構成され得る。このようにして、光変調器148は、集光瞳面内の測定光の分布の特定の／選択された部分を、検出器112（または1つまたは複数の検出器112）に入射するように、選択する／方向付けることを可能にし得る。

【0025】

図1Bは、本開示の1つまたは複数の実施形態による、集光瞳面114内に透過型光変調器148を有するオーバーレイ計測ツール102の概略図である。例えば、図1Aの光変調器148は、（図1Bに示されるような）透過型光変調器148であってもよい。一実施形態では、透過型光変調器148は、変形可能な光学部品である。

【0026】

図1Cは、本開示の1つまたは複数の実施形態による、集光瞳面114内に反射型光変調器148を有するオーバーレイ計測ツール102の概略図である。例えば、図1Aの光変調器148は、集光瞳面114の光（例えば、測定光）の1つまたは複数の選択された部分を、1つまたは複数の検出器112へ選択的に透過させるように構成された透過型光変調器148であってもよい。これに関して、光変調器148は、集光瞳面114の光（例えば、測定光）の1つまたは複数の選択された部分を、1つまたは複数の検出器112に選択的に反射するように構成された反射型光変調器148であってもよい。一実施形態では、反射型光変調器148は、微小電気機械システム（Micro-Electro-Mechanical System）（MEMS）デバイスである。別の実施形態では、反射型光変調器148は、デジタル光処理（Digital Light Processing）（DLP）デバイスである。例えば、DLPは、MEMSデバイスであり得るデジタルマイクロミラーデバイス（Digital Micromirror Device）（DMD）を含んでもよい。別の実施形態では、光変調器は、空間光変調器、微小電気機械システム（MEMS）デバイス、または変形可能な光学部品のうちの少なくとも1つを含む。

【0027】

再び光変調器を全体的に参照すると、他の実施形態では、光変調器148は動的に調整可能である。例えば、光変調器148は、1つまたは複数の検出器に方向付けられた測定光の選択された部分の動的選択を提供するために動的に調整可能であるように構成され得る。例えば、オーバーレイ計測ツール102は、試料104が測定視野に入る前（例えば、それに先立って）、かつ／または測定値が得られる前に（例えば、検出信号を受信する前に）、1つまたは複数の検出器に方向付けられた測定光の1つまたは複数の選択された部分を調整するように（例えば、動的に選択するように）構成され得る。

【0028】

ここで検出器112を全体的に参照すると、上述のように、いくつかの実施形態では、システム100は、1つまたは複数の検出器112を含み得る。実施形態によっては、特に断りのない限り、1つまたは複数の検出器112は、走査オーバーレイ計測、静的オーバーレイ計測、またはその両方のために、イメージング技術および／またはスキャトロメトリ技術と共に使用され得る。例えば、1つまたは複数の検出器112は、走査オーバーレイ計測のために集光瞳面内に配置され得る。別の例では、1つまたは複数の検出器112は、静的オーバーレイ計測のために集光視野面内に配置され得る。走査オーバーレイ計測の実施形態では、検出器112は、一般に、試料104が並進ステージ116によって並進させられているときに、および／または1つまたは複数の照明ビーム108が、ビーム走査サブシステムによって走査されているときに、生成される干渉信号を捕捉するのに適した、当技術分野で既知の任意の種類の光学検出器を含み得る。

10

20

30

40

50

【0029】

走査オーバーレイ計測の実施形態では、一例として、1つまたは複数の検出器112は、図1Bおよび図1Cに示されるように集光瞳面114（例えば、第1の瞳面）内に配置される。

【0030】

例えば、走査オーバーレイ計測の場合、1つまたは複数の検出器112は、フォトダイオード、アバランシェフォトダイオード、または光電子増倍管のうちの少なくとも1つを含み得る。例えば、1つまたは複数の検出器112は、これに限定されないが、高速フォトダイオードを含み得る。別の例では、1つまたは複数の検出器112は、1つ（または複数の）フォトダイオードを含む。別の例では、1つまたは複数の検出器112は、1つ（または複数の）アバランシェフォトダイオードを含む。別の例では、1つまたは複数の検出器112は、1つ（または複数の）光電子増倍管を含む。

10

【0031】

走査オーバーレイ計測との関連での他の実施形態では、オーバーレイ計測ツール102は、測定中にオーバーレイ計測ツール102の測定視野を通して試料104を走査するための並進ステージ116を含み得る。

【0032】

例えば、走査オーバーレイ計測とは、検出信号が時間変化する干渉信号となるように、試料104が1つまたは複数の検出器112に対して動いている間に1つまたは複数の検出器112から検出信号を受信することを意味し得る。

20

【0033】

ここで、（走査オーバーレイ計測を具体的にではなく）オーバーレイ計測全般を参照すると、別の実施形態では、1つまたは複数の検出器のセンサ素子が、第1の瞳面をアンダーフィルしており、光変調器148が、測定光の選択された部分をそれらのセンサ素子の位置に方向付ける。アンダーフィルとは、第1の瞳面における光の分布の全部分／範囲が、分布の一部が検出されないように、1つまたは複数の検出器のセンサ素子によって完全には満たされないことを意味し得る。

【0034】

別の実施形態では、1つまたは複数の検出器のセンサ素子は、瞳面の所望の部分にアライメントされない。例えば、様々な理由（例えば、これらに限定されるものではないが、波長の変化、オーバーレイターゲットの特性の違い、および検出が所望される瞳範囲に変化を生じさせるその他の理由）により、検出が所望される瞳部分／範囲は、変化することがあり、検出対象範囲（例えば、図3Bの検出部分310aおよび検出部分310b）と必ずしも一致しないことがある。この場合には、光変調器148は、検出対象範囲について選択するために動的に調整するように構成され（制御され）得る。例えば、光変調器148は、1つまたは複数の検出器に方向付けられた瞳面の所望の範囲が、図3Bに示された検出部分310内の選択された部分308と同じになる（または、所望の／選択された範囲308の少なくとも一部が、検出部分310内になる）ように、光を「方向付けする」（透過する、反射する、アライメントする、向ける、選択的に遮断する、フィルタリングするなど）ことができる。

30

40

【0035】

別の実施形態では、走査オーバーレイ計測モードでは、1つまたは複数の検出器は、試料が静止しているときに検出信号を生成する。例えば、計測レシピに従って検出信号を生成／受信している間、試料は静止していてもよい。例えば、オーバーレイターゲットの検出信号の生成中に試料が連続的に並進され得る「オンザフライ」走査方法／システムとは対照的である。

【0036】

静的オーバーレイ計測の場合、一実施形態では、光変調器148は集光瞳面114内にあり、1つまたは複数の検出器112は集光視野面150内にある。これに関して、1つまたは複数の検出器112は、上から見下ろした眺め（図示せず）から試料104をイメ

50

ージングすることができるように、一般的な意味で対物面と共役である視野面全体をイメージングすること可能であり得る。

【0037】

静的オーバーレイ計測の場合、いくつかの実施形態では、1つまたは複数の検出器は、多画素センサを含む。例えば、多画素センサは、電荷結合素子 (Charge-Coupled Device) (CCD) または相補型金属酸化膜半導体 (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor) (CMOS) デバイスのうちの少なくとも1つであり得る。例えば、多画素センサは、一実施形態では電荷結合素子 (CCD) であってもよく、別の実施形態では相補型金属酸化膜半導体 (CMOS) デバイスであってもよい。

10

【0038】

ここでスキャトロメトリオーバーレイ計測を参照して、様々な素子について説明する。

【0039】

いくつかの実施形態では、全体として、オーバーレイ計測ツール102は、これに限定されるものではないが格子オーバー格子構造などであるオーバーレイターゲットを有する試料104の部分に対して、(計測レシピに従って) スキャトロメトリオーバーレイ測定を実行し得る。

【0040】

本明細書では、周期的構造(格子オーバー格子構造など)による照明ビーム108の回折次数の分布は、これらに限定されるものではないが、照明ビーム108の波長、高度および方位方向の両方における照明ビーム108の入射角、周期的構造の周期(すなわち、ピッチ)、または集光レンズの開口数(NA)などの様々なパラメータによって影響を受ける可能性があることが認識される。したがって、本開示の実施形態では、照明サブシステム106、集光サブシステム110、およびオーバーレイターゲット202は、集光サブシステム110の集光瞳面114内で0次回折と1次回折との重なり分布を呈するように構成され得る。例えば、照明サブシステム106および/または集光サブシステム110は、重なり分布を呈する選択された周期性範囲を有する格子オーバー格子構造に関する測定値を生成するように構成され得る。さらに、照明サブシステム106および/または集光サブシステム110の様々な構成要素(例えば、絞り、瞳など)は、所与の周期性を有する所与の構造(例えば、格子オーバー格子)の重なり分布を呈するように調整可能であってもよい。

20

30

【0041】

集光サブシステム110は、照明ビーム108の回折に関連する0次回折(例えば、鏡面反射)および+/-1回折次数のうちの少なくとも1つを試料104から収集し得る。さらに、集光サブシステム110は、集光瞳面114内(例えば、0次回折と+/-1回折次数との間の重なり位置)に配置された1つまたは複数の検出器112を含んでもよい。例えば、いくつかの実施形態では、絶対格子位置の情報(例えば、オーバーレイ測定値を示す)が(例えば、コントローラ122によって)決定/生成され得るように、図3Eの範囲332(本開示において後でより詳細に説明する)は、0次回折と+/-1回折次数との間の重なり(例えば、場合によっては、0次回折と+/-2回折次数との重なりもある)の位置であり得る。

40

【0042】

別の実施形態では、オーバーレイ計測ツール102は、照明ビーム108を試料104(例えば、試料104の2つ以上の層上に配置されたオーバーレイターゲット要素を有するオーバーレイターゲット202)上に焦点合わせするための対物レンズ136を含む。例えば、対物レンズ136は、計測レシピに従って照明ビーム108に応答して試料104から発せられた測定光を収集するように構成され得る。例えば、試料104は、1つまたは複数のセル204から形成されるオーバーレイターゲット202を含み得、各セル204は、(図2に示されるように)計測レシピに従って試料の2つの層上の格子構造から形成される格子オーバー格子構造を含む。

50

【 0 0 4 3 】

ここで図 2 ～ 図 4 を参照すると、走査スキヤトロメトリオーバーレイ計測の様々な非限定的な実施形態に関して、集光瞳面 1 1 4 内の光変調器 1 4 8 を使用した、試料 1 0 4 のオーバーレイターゲット 2 0 2 からの検出信号が、本開示の 1 つまたは複数の実施形態に従ってより詳細に説明される。走査スキヤトロメトリオーバーレイ計測との関連における図 2 ～ 図 4 およびそれに伴う説明は、非限定的な例および説明であり、走査スキヤトロメトリオーバーレイ計測は、本開示を用いて多数かつ多様な方法で実装され得ることに留意されたい。

【 0 0 4 4 】

図 2 は、スキヤトロメトリオーバーレイ計測との関連における本開示の 1 つまたは複数の実施形態による、試料 1 0 4 のオーバーレイターゲット 2 0 2 の 1 つのセル 2 0 4 の側面図である。

10

【 0 0 4 5 】

いくつかの実施形態では、スキヤトロメトリベースのオーバーレイ計測ツールは、集光瞳内に光変調器を含む。一例では、スキヤトロメトリ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、格子オーバー格子計測ターゲットなど）を照明し、照明ビームの回折、散乱、および／または反射に関連する、オーバーレイターゲットから発せられた光の角度分布を含むオーバーレイ信号を捕捉し得る。この場合、オーバーレイは、捕捉された／測定された光の角度分布（例えば、瞳面分布）に基づいて決定され得る。

20

【 0 0 4 6 】

一実施形態では、試料 1 0 4 のオーバーレイターゲット 2 0 2 内の 2 つの層（例えば、第 1 の層 2 1 0 および第 2 の層 2 1 4）上の格子構造は、共通のピッチ（例えば、要素 2 1 2 同士の間隔の周期的距離）を有する。

【 0 0 4 7 】

別の実施形態では、試料 1 0 4 のオーバーレイターゲット内の 2 つの層上の格子構造同士は異なるピッチを有し、格子オーバー格子構造が、（図 2 に示すように）モアレ構造を形成している。

【 0 0 4 8 】

一実施形態では、セル 2 0 4 は、試料 1 0 4 の第 1 の層 2 1 0 上に配置された第 1 の層の印刷要素 2 0 8 と、試料 1 0 4 の第 2 の層 2 1 4 上に配置された第 2 の層の印刷要素 2 1 2 とを含み、これらは、第 1 の層の印刷要素 2 0 8 を含む領域と第 2 の層の印刷要素 2 1 2 を含む領域とが重なり合っ

て格子オーバー格子構造を形成するように配向されている。さらに、図 2 に図示されるように、第 1 の層の印刷要素 2 0 8 は、必須ではないが、測定方向（例えば、図 2 の X 方向）に沿って第 2 の層の印刷要素 2 1 2 からの意図されたオフセット（ピッチの違いによる）を選択された量だけ含むように設計されてもよく、これにより、測定方向に沿った意図されたオフセットからの逸脱に関連するオーバーレイ誤差の測定が容易になり得る。以下により詳細に説明するように、オーバーレイターゲット 2 0 2 は、概して任意の数のセル 2 0 4 から形成することができること、および任意の特定のセル 2 0 4 が、任意の方向に沿って周期性を有する格子オーバー格子フィーチャを含み得ることを理解されたい。

30

40

【 0 0 4 9 】

例えば、多くのスキヤトロメトリオーバーレイ計測技術は、一般に、2 層の格子構造（例えば、格子オーバー格子構造）を有するオーバーレイターゲットを照明することによってオーバーレイを決定し、ここで、オーバーレイ測定は、正（例えば、+ 1）の回折次数と負（例えば、- 1）の回折次数との間の非対称性に基づいている。例えば、様々なスキヤトロメトリ技術が、2 0 2 0 年 1 0 月 1 2 日に出願された米国特許出願第 1 7 / 0 6 8 , 3 2 8 号、2 0 2 0 年 1 1 月 3 日に発行された米国特許第 1 0 , 8 2 4 , 0 7 9 号、2 0 1 9 年 2 月 9 日に発行された米国特許第 1 0 , 1 9 7 , 3 8 9 号、および A d e l ら、「オーバーレイ計測における回折次数制御：ロードマップオプションのレビュー（D i f

50

fraction order control in overlay metrology: a review of the roadmap options)」, Proc. SPIE. 6922, マイクロリソグラフィーのための計測、検査、およびプロセス制御 (Metrology, Inspection, and Process Control for Microlithography) XXII, 692202 (2008) に記載されており、これらはすべて、その全体が参照により本明細書に組み込まれる。本明細書では、スキャトロメトリオーバーレイ計測ツールの集光瞳内に配置された光変調器が、測定中に1つまたは複数の検出器に方向付けられた回折次数の制御および／またはフィルタリングを可能にし得ることが企図される。

【0050】

しかしながら、図2のオーバーレイターゲット202（および関連する図3A～図4の要素）ならびに関連する説明は、例示のみを目的として提供されており、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。むしろ、オーバーレイターゲット202は、任意の適した設計（例えば、格子オーバー格子オーバーレイターゲット設計、格子の隣に格子、3層格子）を含んでもよい。例えば、オーバーレイターゲット202は、2方向に沿った測定に適した任意の数のセル204を含んでもよい。さらに、セル204は、任意のパターンまたは配置で分布していてもよい。例えば、走査計測に適した計測ターゲットの設計が、2021年7月27日に発行された米国特許第11,073,768号に概説されており、その全体が参照により本明細書に組み込まれる。一実施形態では、オーバーレイターゲット202は、走査方向（例えば、試料104の運動方向）に沿って分布した1つまたは複数のセルグループを含み、ここで、各特定のセルグループ内のセル204は、共通の方向に沿って周期的な格子オーバー格子構造を有するように配向されている。例えば、第1のセルグループは、X方向に沿った周期性を有する1つまたは複数のセル204を含み得、第2のセルグループは、Y方向に沿った周期性を有する1つまたは複数のセル204を含み得る。このようにして、試料104が集光サブシステム110の測定視野を通して走査されている間に、特定のセルグループ内の全てのセル204を同時にイメージング／検出することができる。別の例として、1回の走査において直交方向の計測に適した対角のターゲット同士が、2021年11月25日に公開された米国特許出願公開第2021/0364935号に概説されており、その全体が参照により本明細書に組み込まれる。さらに、照明ビームは、図3Aおよび図3Cに示されるものに限定されず、任意の数の構成／形状であってよく、検出器112は、図示された範囲（例えば、第1の検出範囲330aおよび第2の検出範囲330b）の位置、サイズなどに限定されない。いくつかの実施形態では、集光瞳面114における回折次数のサイズおよび形状は、概して、試料104上の照明ビーム108のサイズおよび形状に関係し得る。例えば、図示されていないが、照明ビーム108が細長い場合、回折次数も同様に（例えば、直交方向に）細長くなり得る。

【0051】

ここで図3A～図3Eを参照すると、照明ビーム分布の回折次数の照明瞳面分布（図3Aおよび図3Cに示される）および対応する集光瞳面分布（図3Bおよび図3Dに示される）の様々な例が、本開示の1つまたは複数のさらなる実施形態に従って図示されている。具体的には、測定光の選択された部分（例えば、図3Bの選択された部分308aであって、光変調器148によって方向付けられている／方向付け可能である）および測定光の検出部分（例えば、検出部分310aであって、検出器112によって検出される／検出可能である）ならびに回折次数（例えば、1次（-1）円形回折次数306bであって、オーバーレイターゲットから発せられる）が、本開示の1つまたは複数の実施形態に従って図3A～図3Eに図示されている。図3A～図3Bは、円形照明ビーム304に対応する回折次数に関し、図3C～図3Eは、環状照明ビーム324に対応する回折次数に関する。

【0052】

実施形態では、上述のように、光変調器148は、光の1つまたは複数の選択された部

10

20

30

40

50

分（範囲）を、１つまたは複数の検出器１１２によって検出される１つまたは複数の検出部分（範囲）に方向付ける（例えば、透過する、反射する、アライメントする、向ける、選択的に遮断するなど）ように構成され得る。これに関して、選択された部分は、検出されることになる部分（範囲）に（例えば、検出器１１２によって検出されることになるものに対応する検出部分に）、選択された部分を（光変調器を使用して）向けることによって検出を行うために選択される（例えば、測定光の）部分であり得る。代替として、または追加として（例えば、明確にするために１つの選択された部分に関して説明するが、単数に限定されない）、選択された部分はフィルタリングされた／フィルタリングされていない部分であってもよく、選択された部分のみが検出器１１２によって検出される（例えば、選択された部分の周囲の隣接部分は、検出器によって検出されない（例えば、光変調器１４８によってフィルタリングして取り除かれる））ようになっている。例えば、図示されていないが、いくつかの実施形態では、（図３Ｂが本来図示することを意図したような光変調器の瞳面ではなく）検出器１１２の集光瞳面１１４における光のシミュレートされた分布は、分布３０２が、選択された（重なり合う）部分３０８（例えば、図３Ｂの第１の選択された部分３０８ａおよび第２の選択された部分３０８ｂ）を除く全ての部分／範囲において光が完全に（またはほぼ完全に）存在しないように、図３Ｂを変更することによって図示され得る。さらに、このような例に関して、検出部分３１０は、各検出器１１２によって検出される（例えば、検出信号（例えば、時間変化する干渉信号）として検出されることになる）部分／範囲である。上記の例のいくつかの実施形態では、検出器１１２によって検出可能な測定光の理論上の最大の検出部分／範囲よりも小さい量が実際に検出されるように、検出部分３１０が選択された部分３０８よりも（図３Ｂに示すように）大きいことに留意されたい（例えば、無関係かつ／または望ましくない部分がフィルタリングされ取り除かれ、所望された部分が（許容誤差を伴って）確実に検出されることを可能にすることによって、信号対雑音比を高める）。しかしながら、任意の構成を使用してもよいことに留意されたい。例えば、選択された部分の任意の構成であって、より大きい、より小さい、および／または等しい、検出部分と完全に重なるおよび／または部分的に重なる、選択された部分の任意の構成を使用し得る。

10

20

【００５３】

一般に、これらの例に限定されるものではないが、例として、１つまたは複数の選択された部分は、図３Ｂの第１の選択された部分３０８ａ、第２の選択された部分３０８ｂ、図３Ｄの第１の選択された部分３２８ａ、第２の選択された部分３２８ｂ、および／または図３Ｅの選択された部分３３２であり得る。

30

【００５４】

さらに、１つまたは複数の検出部分は、これらに限定されるものではないが、図３Ｂの第１の検出部分３１０ａ、第２の検出部分３１０ｂ、図３Ｄの第１の検出部分３３０ａ、第２の検出部分３３０ｂ、および／または図３Ｅの検出部分３３４であり得る。例えば、１つまたは複数の検出器１１２は、検出範囲３３０ａ内の光の平均強度を検出するように構成された第１のフォトダイオード１１２、および検出範囲３３０ｂ内の光の平均強度を検出するように構成された第２のフォトダイオード１１２であり得る。さらに、コントローラ１２２は、（第１のフォトダイオード１１２および第２のフォトダイオード１１２の）検出信号に基づいて、試料１０４の２つの層に関連するオーバーレイ測定値を生成するように構成され得る。

40

【００５５】

一実施形態では、照明サブシステム１０６は、１つまたは複数の照明ビーム１０８で、オーバーレイターゲット２０２を垂直入射（またはほぼ垂直入射）で照明する。さらに、１つまたは複数の照明ビーム１０８は、図３Ｂの集光瞳面１１４の分布３０２の限定されたサイズによって図示されるように、限定された範囲の入射角でオーバーレイターゲット２０２を照明し得る。これに関して、オーバーレイターゲット２０２は、１つまたは複数の照明ビーム１０８を離散回折次数３０６（３０６ａ、３０６ｂ、３０６ｃ）になるように回折させ得る。

50

【0056】

図3Aは、本開示の1つまたは複数の実施形態による、円形照明ビーム304の照明瞳面分布300の概略図を示す。一実施形態では、システム100の照明ビーム108は、（円形照明ビーム304によって示されるように）円形である。

【0057】

図3Bは、本開示の1つまたは複数の実施形態による、図3Aの円形照明ビーム304の回折次数の集光瞳面分布302の概略図を示す。例えば、円形照明ビーム304は、オーバーレイターゲット202が円形照明ビーム304によって照明されると、ゼロ次（0）円形回折次数306a、1次（+1）円形回折次数306c、および1次（-1）円形回折次数306bによって図3Bに示されるように、集光瞳面114内に円形回折次数を形成し得る。

10

【0058】

図3Cは、本開示の1つまたは複数の実施形態による、環状照明ビーム324の照明瞳面分布320の概略図を示す。一実施形態では、システム100の照明ビーム108は、環状照明ビーム324によって示されるように、環状（例えば、リング形状）である。

【0059】

図3Dは、本開示の1つまたは複数の実施形態による、図3Cの環状照明ビームの回折次数の集光瞳面分布の概略図を示す。例えば、環状照明ビーム324は、オーバーレイターゲット202が環状照明ビーム324によって照明されると、ゼロ次（0）環状回折次数326a、1次（+1）環状回折次数326c、および1次（-1）環状回折次数326bによって図3Dに示されるように、集光瞳面114内に環状回折次数を形成し得る。

20

【0060】

別の例では、1つまたは複数の検出器112に方向付けられた測定光138の選択された部分は、モアレ構造からの環状回折次数の重なり領域を含み得る（例えば、図3Dおよび図3Eの重なり合ったリング）。

【0061】

図3Eは、本開示の1つまたは複数の実施形態による、試料のモアレターゲットのシミュレートされた瞳分布346を示す図である。例えば、シミュレートされた瞳分布346は、図2に示されたモアレオーバーレイターゲット202のシミュレートされた分布であってもよく、集光瞳面114内において理論的に捕捉可能であってもよい。さらに、シミュレートされた瞳分布346は、環状照明ビーム324の回折次数の図3Dに示された集光瞳面分布322のシミュレートされた瞳分布であってもよい。

30

【0062】

例えば、図3Eは、本開示の1つまたは複数の実施形態による、オーバーレイ計測ツール102の集光瞳面114（例えば、任意の集光瞳面114）内の集光瞳の上面図であり得る。これに関して、集光瞳面114は、図1Bまたは図1Cに図示されるような集光サブシステム110内の集光瞳面114に対応し得る。

【0063】

実施形態では、図3Eに示される各リングまたは各部分リングは、図2の格子要素（例えば要素212）の回折の回折次数であり得る。

40

【0064】

例えば、シミュレートされた瞳分布346は、ゼロ次（0）の環状回折次数336、1次（+1）の第2（上部）層環状回折次数340、1次（-1）の第2層環状回折次数338、1次（+1）の第1（下部）層環状回折次数344、および1次（-1）の第1層環状回折次数342を含み得る。例えば、1次（+1）の第2（上部）層環状回折次数340は、図2の第2層（上部層）214の要素212からの1次回折であり得る。さらに、1次（+1）の第1層環状回折次数344は、図2の第1層（下部層）210の要素208からの1次回折であり得る。これに関して、検出範囲334は、オーバーレイターゲット202の複数の層（例えば、第1の層210および第2の層214）の回折次数の重なりを検出して、例えば、層同士のオーバーレイ測定値（位置ずれ）を生成し得る。

50

【0065】

例えば、計測レシピによれば、1次回折（例えば、1次（+1）の第2（上部）層環状回折次数340、1次（-1）の第2層環状回折次数338、1次（+1）の第1（下部）層環状回折次数344、および1次（-1）の第1層環状回折次数342）は、図3Eに示されるように、0次回折次数336と部分的に重なり得る。例えば、図3Eに示されるように、1次（+1）の第2層環状回折次数340と1次（+1）の第1層環状回折次数344とは、互いに重なり合う（2つの左の選択された部分334によって示されている）。同様に、1次（-1）回折は、0次（0）環状回折次数336に重なる（2つの右の選択された部分334によって示されている）。

【0066】

図4は、本開示の1つまたは複数の実施形態による、試料104のX方向にわたって測定された図3Eの様々な領域のシミュレートされた強度信号のグラフ表示400を示す。

【0067】

例えば、図4は、（例えば、異なるピッチの格子を有する層を含むモアレオーバーレイターゲット202の）集光瞳面114において1つまたは複数の検出器112によって受信され、試料104のX方向（例えば、図2のX方向）にわたって測定された、シミュレートされた検出信号のチャートであり得る。別の例では、検出信号が時間変化する信号（例えば、干渉信号）となるように、試料が（例えば、高速走査システムにおいて）動いているときに検出信号が受信されてもよい。

【0068】

いくつかの実施形態では、第1の信号402は、X方向にわたって測定された、図3Eに示された4つの検出部分（範囲）334のうちの少なくとも1つの検出部分334の平均強度（例えば、光強度）のシミュレートされた信号であり得る。さらに、第2の信号404は、X方向にわたって測定された、図3Eのシミュレートされた分布346全体の平均強度であり得る。

【0069】

選択された部分332は、第2の信号404と比較された第1の信号402によって示されるように、信号の信号対雑音比（SNR）が改善される／より高くなるように、選択され得るか、または選択されるように構成され得ることに留意されたい。なお、図4の例では、検出部分334（および選択された部分332）に関連する第1の信号402は、集光瞳範囲全体の平均強度に関連する第2の信号404よりも高いSNRを有する大きな振動強度を有する。

【0070】

いくつかの実施形態では、また図4から明らかなように、意味のある情報を生成するためには、瞳面の1つまたは複数の選択された部分について選択することが必要であることが企図される。

【0071】

例えば、瞳面の1つまたは複数の選択された部分について選択することにより、それらの位置に応じた信号寄与を分離することができるため、オーバーレイ測定の決定／生成の計算を単純化することができる。

【0072】

以下の式は、図2に示されるような、第1のピッチ（ p_1 ）を有する第1（上部）層と、第2のピッチ（ p_2 ）を有する第2（下部）層とを有する、2つ以上の層を有するオーバーレイターゲットに関する。例えば、以下の式を回折ベースのオーバーレイ（Diffraction-Based Overlay）（DBO）測定に使用してもよい。別の例では、以下の式を、ロバストアドバンスドイメージングメトロロジー（Robust Advanced Imaging Metrology）（rAIM）ターゲットに使用してもよい。

【0073】

ピッチ1を有する格子からのゼロ次回折と1次回折（例えば、時間変化する信号に対応

10

20

30

40

50

する) との間の重なりにおいて測定される強度は、次のとおりである。

【数 1】

$$I_{p1\pm} = (E0 + E1)^2 = (E0)^2 + (E1)^2 + 2E0E1 = DC + 2A_1A_0\cos\left[\frac{2\pi}{P_1}(X - X_0) \pm \varphi\right]$$

【0074】

ピッチ 2 を有する格子からのゼロ次回折と 1 次回折 (例えば、時間変化する信号に対応する) との間の重なりにおいて測定される強度は、次のとおりである。

【数 2】

$$I_{p2\pm} = (E0 + E1)^2 = (E0)^2 + (E1)^2 + 2E0E1 = DC + 2A_1'A_0'\cos\left[\frac{2\pi}{P_2}(X - X_0 + OVL) \pm \theta\right]$$

10

【0075】

p 1 の対称中心は次のように特徴付けられ得る。

【数 3】

$$COC_{p1\pm} = X_0 \pm \frac{\varphi \cdot P_1}{2\pi}$$

20

【0076】

p 2 の対称中心は次のように特徴付けられ得る。

【数 4】

$$COC_{p2\pm} = X_0 + OVL \pm \frac{\theta \cdot P_2}{2\pi}$$

【0077】

プラスおよびマイナスについてのオーバーレイ測定 (X₀ 依存性を取り除くために別々に行う) は次のとおりである。

【数 5】

$$\begin{aligned} OVL(+) &= COC_{p2+} - COC_{p1+} = X_0 + OVL + \frac{\varphi \cdot P_1}{2\pi} - X_0 - \frac{\theta \cdot P_2}{2\pi} = OVL + \frac{\varphi \cdot P_1}{2\pi} - \frac{\theta \cdot P_2}{2\pi} \\ OVL(-) &= COC_{p1-} - COC_{p2-} = X_0 + OVL - \frac{\varphi \cdot P_1}{2\pi} - X_0 + \frac{\theta \cdot P_2}{2\pi} = OVL - \frac{\varphi \cdot P_1}{2\pi} + \frac{\theta \cdot P_2}{2\pi} \end{aligned}$$

30

【0078】

最終的な (全体的な) オーバーレイ測定は次のとおりである。

【数 6】

$$\begin{aligned} Final\ OVL &= \frac{(OVL(+)) + (OVL(-))}{2} = \frac{\left(OVL + \frac{\varphi \cdot P_1}{2\pi} - \frac{\theta \cdot P_2}{2\pi}\right) + \left(OVL - \frac{\varphi \cdot P_1}{2\pi} + \frac{\theta \cdot P_2}{2\pi}\right)}{2} = \frac{2(OVL)}{2} \\ &= OVL \end{aligned}$$

40

【0079】

ここで、P₁ は、第 1 層の要素のピッチであり、P₂ は、第 2 層の要素のピッチであり、A₀、A₁ は、それぞれピッチ P₁ に関連するゼロ回折次数および第 1 回折次数の強さに対応し、A₀'、A₁' は、それぞれピッチ P₂ に関連するゼロ回折次数および第 2 回折次数の強さに対応し、φ は、I_{p1±} 信号に関連する位相項であり、θ は、I_{p2±} 信号に関連する位相項であり、X は、X 方向の変数であり、X₀ は、時間 0 における X 方向に

50

おける位置であり、DCは、交流ではなく直流を使用することに類似した一定のオフセットである。

【0080】

図4のX方向は、セル204の要素212（格子）を横切る、図2に示されたX方向などのオーバーレイ計測システム100の走査方向であり得る。

【0081】

いくつかの実施形態において、図3A～図4に示されるように、（例えば、検出部分334内の）選択された部分を1つまたは複数の検出器に方向付けることの利点は、少なくとも、検出信号の信号対雑音比が高くなること、絶対回折格子位置とオーバーレイ測定についての情報に関連する回折次数の重なりを取得すること、望ましくない回折次数からの寄与によってオフセットを追加するおよび／または誤差を追加するであろう瞳の部分（範囲）（例えば、無関係な範囲）を、検出された信号から除外すること、のうちの1つを含む。

10

【0082】

いくつかの実施形態では、図3Eは、集光瞳面114における格子オーバー格子構造の周期性の方向（例えば、ここではX方向）に沿って分布した回折次数（例えば、ゼロ次（0）環状回折次数336）の分布を示す。具体的には、1次回折次数338、340は、ゼロ次（0）環状回折次数336の反対側に分布している。

【0083】

別の実施形態では、オーバーレイ計測ツール102は、集光瞳面114の重なり領域（重なり合う回折次数）内に配置された1つまたは複数の検出器112を含む。例えば、第1の検出器は、第1の重なり領域（すなわち、右上の検出部分334）内に配置され得、第2の検出器は、第2の重なり領域（すなわち、左上の検出部分334）内に配置され得る。そして、1つまたは複数の検出器112のそれぞれは、試料104が走査されるときに時間変化する干渉信号を捕捉し得る。具体的には、オーバーレイターゲット202は、構造の周期性の方向（例えば、図2における格子オーバー格子構造のX方向）に沿って走査され得、ここで、ゼロ次回折（例えば、ゼロ次（0）環状回折次数336）に対する+／-1回折次数（例えば、回折次数338、340）の位相は、反対方向にシフトする。したがって、格子オーバー格子構造のピッチと等しい長さだけオーバーレイターゲット202を走査すると、+／-1回折次数の各々において（反対方向に）位相シフト 2π が生じ得、検出器112の各々によって捕捉される強度は、干渉縞を通して振動し得る。

20

30

【0084】

例えば、いくつかの実施形態では、光変調器148は、動的に調整可能である必要がある。例えば、光変調器148は、測定前（例えば、検出信号を受信する前）に測定光の1つまたは複数の選択された部分を調整することができるよう構成される必要がある。例えば、走査モードの間の高速走査測定の前、および／または静止モードにおける移動および測定（MAM）測定の前などである。

【0085】

同じ例において、一般的な意味では、検出器112の帯域幅または応答時間は、干渉縞の時間周波数を分解するのに十分である必要がある。例えば、測定方向に沿った走査速度が1秒あたり10センチメートル、かつターゲットピッチが1マイクロメートルの場合、干渉信号は、100kHz程度の速度で振動することになる。一実施形態では、検出器112は、少なくとも1GHzの帯域幅を有する検出器を含む。しかしながら、この値は必須ではないことを理解されたい。むしろ、検出器112の帯域幅、測定方向に沿った並進速度、および格子オーバー格子構造のピッチが、干渉信号の所望のサンプリングレートを提供するために、一緒に選択されてもよい。

40

【0086】

別の実施形態では、1つまたは複数の検出器112は、第1の瞳面に（またはその近くに）配置され、光変調器は、第2の瞳面に配置される。例えば、第2の瞳面は、図1B～図1Cにおいて光変調器148がその中に存在する（または近くにある）集光瞳面114

50

であってもよいが、これに限定されるものではない。2つ以上の検出器112のうちの少なくとも1つの検出器が別個の集光チャネル144内に配置され、集光瞳面114の別個の検出部分（例えば、別個の検出部分334）を検出することができるように、1つまたは複数の集光チャネルビームスプリッタ（図示せず）が、光変調器148の前または後に配置されてもよいことに留意されたい。これに関して、第1の瞳面は、複数のチャネル144に分割された集光瞳面の複数の物理的位置（例えば、各検出器112が配置される場所）にあってもよい。第1の瞳面（検出器が配置されている）が第2の瞳面（光変調器が配置されている）とは異なることに留意されたい。

【0087】

あるいは、2つ以上の検出器がそれぞれ同じ集光チャネル144内に配置されてもよい。

10

【0088】

実施形態では、1つまたは複数の検出器は、2つ以上の検出器であってもよい。他の実施形態では、1つまたは複数の検出器は、4つ以上の検出器であってもよい。例えば、4つ以上の検出器のうちの4つの別個の検出器112が、4つの別個の検出器112のそれぞれが、図3Eに示された4つの検出部分334（例えば、ゼロ次回折次数と1次回折次数とが重なる範囲）のうちの1つに対応する検出信号を検出するように、配置されても（またはそれらに光を方向付けても）よい。

【0089】

ここで、特に断りのない限り、オーバーレイ計測全般に関して方法500を参照する。図5は、本開示の1つまたは複数の実施形態による、集光瞳面114内の光変調器を用いたオーバーレイ計測のための方法500のフローチャートを示す。本明細書においてシステム100との関連で前述した実施形態および実現技術は、方法500にまで拡張されると解釈されるべきであることに留意されたい。本明細書において、方法500のステップは、システム100によって全てまたは部分的に実装され得ることにさらに留意されたい。しかしながら、追加的または代替的なシステムレベルの実施形態が方法500のステップの全部または一部を実行することができるという点で、方法500はシステム100に限定されるものではないことをさらに認識されたい。

20

【0090】

一実施形態では、方法500は、第2の瞳面内に配置された光変調器を使用して、第2の瞳面内の測定光の1つまたは複数の選択された部分であって、試料から発せられた1つまたは複数の選択された部分を、第1の瞳面に配置された1つまたは複数の検出器に方向付けるステップ502を含む。例えば、図3Eに示すような選択された部分332は、第2の集光瞳面114内に配置された光変調器148を使用して方向付けられ得る。例えば、第2の集光瞳面114は、任意の集光瞳面114（例えば、図1Bに示される集光瞳面114）であってもよい。例えば、コントローラ122は、光変調器148に、第2の瞳面内の測定光の1つまたは複数の選択された部分332を、第1の瞳面に配置された1つまたは複数の検出器に方向付けさせるプログラム命令を実行するように構成され得る。

30

【0091】

例えば、図3Eの分布346の右上の選択された部分332は、1つまたは複数の検出器112に方向付けられることが所望される範囲であり得るが、実際の分布（図示せず）は、変化（例えば、波長、入射角、試料のピッチ、または任意の他の可能な原因の違いによって引き起こされる）により、分布346とは異なることがあり、および／または異なるタイプの選択された部分（図示せず）が方向付けられることが所望されることがある。このような例では、光変調器148は、その変化を調整するため、および／または、方向付けられる別の選択された部分を選択するために、調整を行う（例えば、MEMSのどのマイクロミラーが1つまたは複数の検出器に光を反射するかを変更する）ように構成され（例えば、コントローラによって制御され）得る。例えば、回折次数の選択された部分334は、（例えば、波長の変化により）集光瞳面内で移動している可能性があり、光変調器148は、瞳面114の所望の範囲が1つ以上の検出器112によって検出され得るよ

40

50

うに、測定光を方向付ける方向を調整する必要があり、かつ／または測定光の望ましくない範囲を選択的に遮断する必要がある。

【0092】

別の実施形態では、方法500は、測定光の1つまたは複数の選択された部分に関連する検出信号を、1つまたは複数の検出器から受信するステップ504を含む。例えば、光変調器148によって方向付けられる光（例えば、測定光）が、1つまたは複数の検出器112に方向付けられる（例えば、通過／透過することが可能になる、向けられる、アライメントされる、透過／反射されることから選択的に遮断される、など）ように、検出器112は、集光瞳面114の検出範囲（例えば、検出範囲334）内に配置され得る。例えば、検出器112に関連する検出範囲334内の光は、検出信号として検出され得る。例えば、コントローラ122は、1つまたは複数の検出器112からの検出信号を受信させるプログラム命令を実行するように構成され得る。

10

【0093】

例えば、走査オーバーレイ計測の実施形態では、検出信号が時間変化する干渉信号となるように、試料104が1つまたは複数の検出器112に対して動いているときに検出信号の受信が生じてよい。例えば、図4のプロットされた信号は、そのような時間変化する信号であってもよい。「時間変化する信号」とは、経時的に走査方向（例えば、図2のX方向）にわたって取得される「オンザフライ」オーバーレイ計測法／システムによって取得される信号を意味し得る。例えば、時間変化する信号は、高速ダイオードによって取得される信号であってもよく、その信号は、測定光が図2に示すような試料104の1つまたは複数の格子（例えば、要素212）を横切るように走査されるとき集光瞳面分布346の回折重なり範囲334に対応し得る。

20

【0094】

別の実施形態では、オーバーレイ計測全般に戻って参照すると、方法500は、検出信号に基づいて試料の2つの層に関連するオーバーレイ測定値を生成するステップ506を含む。例えば、コントローラ122が、検出信号に基づいて試料の2つの層に関連するオーバーレイ測定値を生成させるプログラム命令を実行するように構成され得る。

【0095】

例えば、走査オーバーレイ計測の実施形態では、これに限定されるものではないが、上述の米国特許出願公開第2019／0004439号に記載のものなどの静止試料の静的測定に関連するオーバーレイターゲットおよび／またはアルゴリズムが、走査方式にまで拡張されてよい。

30

【0096】

上述のように、走査スキャトロメトリオーバーレイ計測に関する図2～図4は、非限定的な例であることを意図しており、集光面内の光変調器は、任意のオーバーレイ計測技術の集光瞳面制御に使用され得ることを理解されたい。

【0097】

再び図1A～図1Cを参照して、本開示の1つまたは複数の実施形態による、オーバーレイ計測ツール102の追加の構成要素を説明する。例えば、コントローラ122、プロセッサ124、および様々な光学構成要素を、オーバーレイ計測全般について（すなわち、特に断りのない限り、走査または静的オーバーレイ計測について具体的にではなく）以下に詳細に説明する。

40

【0098】

別の実施形態では、システム100は、オーバーレイ計測ツール102に通信可能に結合されたコントローラ122を含む。コントローラ122は、1つまたは複数のプロセッサ124と、メモリデバイス126またはメモリとを含み得る。例えば、1つまたは複数のプロセッサ124は、メモリデバイス126に保持されてい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。

【0099】

コントローラ122の1つまたは複数のプロセッサ124は、一般に、当技術分野で既

50

知の任意のプロセッサまたは処理要素を含み得る。本開示の目的上、「プロセッサ」または「処理要素」という用語は、1つまたは複数の処理要素または論理要素（例えば、1つまたは複数のマイクロプロセッサデバイス、1つまたは複数の特定用途向け集積回路（ASIC）デバイス、1つまたは複数のフィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）、または1つまたは複数のデジタルシグナルプロセッサ（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。この意味において、1つまたは複数のプロセッサ124としては、アルゴリズムおよび／または命令（例えば、メモリに格納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。一実施形態では、1つまたは複数のプロセッサ124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、イメージコンピュータ、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、本開示全体を通して記載されるように、動作するかまたはシステム100と連動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、システム100の様々な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得る。したがって、上記の説明は、本開示の実施形態を限定するもの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、本開示全体を通して記載されたステップは、1つのコントローラによって実行されてもよく、あるいは、複数のコントローラによって実行されてもよい。さらに、コントローラ122は、1つの共通のハウジング内または複数のハウジング内に収容された1つまた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またはコントローラ同士の組み合わせは、システム100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。さらに、コントローラ122は、1つまたは複数の検出器112から受信したデータを分析またはその他の方法で処理し、そのデータをシステム100内またはシステム100の外部の追加の構成要素に供給してもよい。

10

20

【0100】

さらに、メモリデバイス126は、関連する1つまたは複数のプロセッサ124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、当技術分野で既知の任意の記憶媒体を含み得る。例えば、メモリデバイス126は、非一時的なメモリ媒体を含み得る。追加の例として、メモリデバイス126としては、これらに限定されるものではないが、読み取り専用メモリ、ランダムアクセスメモリ、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、ソリッドステートドライブなどを挙げることができる。メモリデバイス126は、共通のコントローラハウジング内に1つまたは複数のプロセッサ124と共に収容され得ることにさらに留意されたい。

30

【0101】

これに関して、コントローラ122は、オーバーレイ計測に関連する様々な処理ステップのうちのいずれかを実行し得る。例えば、コントローラ122は、オーバーレイ計測ツール102またはその任意の構成要素を指示またはその他の方法で制御するための制御信号を生成するように構成され得る。例えば、コントローラ122は、オーバーレイ計測ツール102の測定視野を通して1つまたは複数のオーバーレイターゲットを走査するために、並進ステージ116に、1つまたは複数の測定経路または帯（swath）に沿って試料104を並進させるように指示するように構成され得る。別の例として、コントローラ122は、1つまたは複数の検出器112から検出信号に対応する信号を受信するように構成されてもよい。別の例として、コントローラ122は、オーバーレイ計測ツール102からのオーバーレイ測定値に基づいて、1つまたは複数の追加の製造ツールのフィードバック制御および／またはフィードフォワード制御として、その1つまたは複数の追加の製造ツールについての補正可能値を生成してもよい。

40

【0102】

別の実施形態では、コントローラ122は、1つまたは複数の検出器112によって検出された検出信号を捕捉する。コントローラ122は、一般に、これに限定されるもので

50

はないが、1つまたは複数の位相ロックループなどの当技術分野で既知の任意の技術を使用して、検出信号の大きさまたは位相などのデータを捕捉し得る。さらに、コントローラ 122 は、ハードウェア（例えば、回路）技術またはソフトウェア技術の任意の組み合わせを使用して、検出信号（例えば、検出信号）、または検出信号に関連する任意のデータを捕捉してもよい。

【0103】

別の実施形態では、コントローラ 122 は、検出信号同士の比較に基づいて、測定方向に沿ってオーバーレイターゲット 202 の層（例えば、第 1 の層 210 および第 2 の層 214）間のオーバーレイ測定値を生成する（または決定する）。例えば、コントローラ 122 は、検出信号同士の大きさおよび／または位相を比較して、オーバーレイ測定値を生成し得る。例えば、参照によりその全体が本明細書に組み込まれる 2020 年 11 月 3 日に発行された米国特許第 10,824,079 号は、集光瞳における回折次数の電界について概説しており、さらにオーバーレイと瞳面内の測定強度との間の具体的な関係を提供している。本明細書に開示されるシステムおよび方法は、米国特許第 10,824,079 号の教示を、0 回折次数と＋／－1 回折次数との間の重なり領域に配置された検出器によって捕捉される検出信号にまで拡張し得ることが、本明細書では企図される。具体的には、試料上のオーバーレイが 2 つの検出信号間の相対位相シフトに比例し得ることが本明細書では企図される。別の例では、瞳面内の回折次数の相対強度が、検出信号から抽出されてもよい。このようにして、オーバーレイ測定値を生成するために、当技術分野で既知の回折次数の相対強度差に基づく任意のオーバーレイアルゴリズムが適用されてもよい。

【0104】

さらに、コントローラ 122 は、これらに限定されるものではないが側壁角度または他の試料の非対称性などの検出信号に影響を与える可能性もある、試料の既知の、想定された、または測定されたフィーチャに基づいて、オーバーレイ測定を校正またはその他の方法で修正してもよい。

【0105】

再び図 1B（および図 1C）を参照すると、本開示の 1 つまたは複数の実施形態による、オーバーレイ計測ツール 102 の様々な構成要素がより詳細に説明されている。

【0106】

一実施形態では、照明サブシステム 106 は、少なくとも 1 つの照明ビーム 108 を生成するように構成された照明源 128 を含む。照明源 128 からの照明は、これらに限定されるものではないが、紫外線（UV）放射、可視放射、または赤外線（IR）放射を含む、1 つまたは複数の選択された光の波長を含み得る。

【0107】

照明源 128 は、少なくとも 1 つの照明ビーム 108 を提供するのに適した任意のタイプの照明源を含み得る。一実施形態では、照明源 128 は、レーザ源である。例えば、照明源 128 としては、これらに限定されるものではないが、1 つまた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ウムレーザ源、白色光レーザ源などを挙げることができる。これに関して、照明源 128 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）を有する照明ビーム 108 を提供し得る。別の実施形態では、照明源 128 は、レーザ持続プラズマ（Laser-Sustained Plasma）（LSP）源を含む。例えば、照明源 128 としては、これらに限定されるものではないが、レーザ光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 つまたは複数の素子を収容するのに適した、LSP ランプ、LSP 電球、または LSP チャンバを挙げることができる。

【0108】

別の実施形態では、照明サブシステム 106 は、照明ビーム 108 を試料 104 に方向付けるだけでなく、照明ビーム 108 を修正および／または調整するのに適した 1 つまたは複数の光学構成要素を含む。例えば、照明サブシステム 106 は、（例えば、照明ビーム 108 をコリメートする、照明瞳面 120 および／または照明視野面 132 を中継する

などのために) 1つまたは複数の照明レンズ130を含んでもよい。別の実施形態では、照明サブシステム106は、照明ビーム108を整形またはその他の方法で制御するための1つまたは複数の照明制御光学部品134を含む。例えば、照明制御光学部品134としては、1つまたは複数の視野絞り、1つまたは複数の瞳絞り、1つまたは複数の偏光子、1つまたは複数のフィルタ、1つまたは複数のビームスプリッタ、1つまたは複数のディフューザ、1つまたは複数のホモジナイザ、1つまたは複数のアポダイザ、1つまたは複数のビームシェイパ、または1つまたは複数のミラー(例えば、静止ミラー、並進ミラー、走査ミラーなど)を挙げることができるが、これらに限定されるものではない。

【0109】

いくつかの実施形態では、照明サブシステム106は、2つ以上の照明ビーム108で試料104を照明する。さらに、2つ以上の照明ビーム108は、必須ではないが、測定視野(例えば、対物レンズ136の視野)内の試料104の異なる部分同士(例えば、オーバーレイターゲット202の異なるセル204同士)に入射し得る。本明細書では、2つ以上の照明ビーム108が様々な技術を使用して生成され得ることが企図される。一実施形態では、照明サブシステム106は、照明視野面132に2つ以上の開口部を含む。別の実施形態では、照明サブシステム106は、照明源128からの照明を2つ以上の照明ビーム108に分割するための1つまたは複数のビームスプリッタを含む。別の実施形態では、少なくとも1つの照明源128が、2つ以上の照明ビーム108を直接生成する。一般的な意味では、各照明ビーム108は、様々な照明ビーム108が生成される技術に関係なく、異なる照明チャネルの一部であると考えられ得る。

【0110】

集光サブシステム110は、試料104から収集された光138を修正および/または調整するのに適した1つまたは複数の光学素子を含み得る。一実施形態では、集光サブシステム110は、(例えば、照明ビーム108をコリメートする、瞳面および/または視野面を中継するなどのために) 1つまたは複数の集光レンズ140を含み、これらの集光レンズ140は、必須ではないが、対物レンズ136を含み得る。別の実施形態では、集光サブシステム110は、収集された光138を整形またはその他の方法で制御するための1つまたは複数の集光制御光学部品142を含む。例えば、集光制御光学部品142としては、これらに限定されるものではないが、1つまたは複数の視野絞り、1つまたは複数の瞳絞り、1つまたは複数の偏光子、1つまたは複数のフィルタ、1つまたは複数のビームスプリッタ、1つまたは複数のディフューザ、1つまたは複数のホモジナイザ、1つまたは複数のアポダイザ、1つまたは複数のビームシェイパ、または1つまたは複数のミラー(例えば、静止ミラー、並進ミラー、走査ミラーなど)を挙げることができる。別の例では、集光サブシステム110は、1つまたは複数の集光視野面150を含み得る。光変調器の位置は、集光制御光学部品142および/または1つまたは複数の集光レンズ140の前および/または後に配置することができ、図1Bまたは図1Cに示す位置に限定されないことに留意されたい。

【0111】

別の実施形態では、集光サブシステム110は、2つ以上の集光チャネル144を含み、各集光チャネル144が、別個の検出器112(または複数の検出器112)を有する。例えば、オーバーレイ計測ツール102は、収集された光138をそれらの集光チャネル144に分割するように配置された1つまたは複数のビームスプリッタ146を含んでもよい。さらに、ビームスプリッタ146は、偏光ビームスプリッタ、非偏光ビームスプリッタ、またはそれらの組み合わせであってもよい。

【0112】

一実施形態では、複数の集光チャネル144は、試料104上の複数の照明ビーム108からの光を収集するように構成されている。例えば、オーバーレイターゲット202が、走査方向とは異なる方向に分布した2つ以上のセル204を有する場合、オーバーレイ計測ツール102は、異なるセル204同士を異なる照明ビーム108で同時に照明し、各照明ビーム108に関連する検出信号を同時に捕捉し得る。さらに、いくつかの実施形

態では、試料 104 に方向付けられた複数の照明ビーム 108 が、別々の偏光を有してもよい。このようにして、照明ビーム 108 のそれぞれに関連する回折次数は分離され得る。例えば、偏光ビームスプリッタ 146 は、異なる照明ビーム 108 同士に関連する回折次数を効率的に分離することができる。別の例として、測定のために所望の回折次数を分離するために、1 つまたは複数の集光チャネル 144 内で偏光子を使用してもよい。

【0113】

再び図 1A を参照すると、本明細書では、システム 100 の 1 つまたは複数の構成要素が、当技術分野で既知の任意の方法でシステム 100 の他の様々な構成要素に通信可能に結合され得ることに留意されたい。例えば、1 つまたは複数のプロセッサ 124 は、有線（例えば、銅線、光ファイバケーブルなど）または無線（例えば、RF 結合、IR 結合、WiMax、Bluetooth（登録商標）、3G、4G、4G LTE、5G など）接続を介して互いに通信可能に結合され得、他の構成要素と通信可能に結合され得る。別の例として、コントローラ 122 は、当技術分野で既知の任意の有線または無線接続を介して、オーバーレイ計測ツール 102 の 1 つまたは複数の構成要素に通信可能に結合され得る。

【0114】

一実施形態では、1 つまたは複数のプロセッサ 124 は、当技術分野で既知の任意の 1 つまたは複数の処理要素を含み得る。この意味において、1 つまたは複数のプロセッサ 124 は、ソフトウェア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型デバイスを含み得る。一実施形態では、1 つまたは複数のプロセッサ 124 は、本開示全体を通して記載されるように、システム 100 を動作させ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、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、イメージコンピュータ、並列プロセッサ、または他のコンピュータシステム（例えば、ネットワーク接続されたコンピュータ）で構成され得る。本開示全体を通して記載されたステップは、1 つのコンピュータシステムによって実行されてもよいし、あるいは、複数のコンピュータシステムによって実行されてもよいことを認識されたい。さらに、本開示全体を通して記載されたステップは、1 つまたは複数のプロセッサ 124 のうちの任意の 1 つまたは複数で実行され得ることを認識されたい。一般に、「プロセッサ」という用語は、メモリ 126 からのプログラム命令を実行する、1 つまたは複数の処理要素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。さらに、システム 100 の様々な異なるサブシステムは、本開示全体を通して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得る。したがって、上記の説明は、本開示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。

【0115】

当業者であれば、本明細書に記載された構成要素（例えば、動作）、デバイス、対象物、およびそれらに伴う考察が、概念を明確にするための例として使用されており、様々な構成の変更が想定されることを認識するであろう。結果として、本明細書で使用される場合、記載された特定の典型例およびそれに伴う考察は、それらのより一般的な種類を代表するものであることを意図している。一般に、任意の特定の代表例の使用は、その種類を代表することを意図したものであり、特定の構成要素（例えば動作）、デバイス、および対象物を含めないことは、限定するものと見なされるべきではない。

【0116】

当業者であれば、本明細書に記載されたプロセスおよび／またはシステムおよび／または他の技術を実現することができる様々な手段（vehicle）（例えば、ハードウェア、ソフトウェア、および／またはファームウェア）が存在し、好ましい手段は、プロセスおよび／またはシステムおよび／または他の技術が展開される状況に応じて様々な変化するであろうことを理解するであろう。例えば、実装者が速度および精度が最も重要であると判断した場合、実装者は、主にハードウェアおよび／またはファームウェアの手段を選択することができる。代替的に、柔軟性が最も重要である場合、実装者は、主にソフト

10

20

30

40

50

ウェア実装を選択してもよい。または、さらにまた代替的に、実装者は、ハードウェア、ソフトウェア、および／またはファームウェアの何らかの組み合わせを選択してもよい。したがって、本明細書に記載されたプロセスおよび／またはデバイスおよび／または他の技術を実現することができる手段がいくつか存在し、利用される手段はいずれも、その手段が展開されることになる状況と、いずれも様々に変化し得る、実装者の具体的な関心事項（例えば、速度、柔軟性、予測可能性）と、に応じた選択であるという点において、他のものよりも本質的に優れているというわけではない。

【0117】

前述の説明は、当業者が特定の用途およびその要件との関連で提供される本発明を作製および使用できるようにするために提示されたものである。記載された実施形態に対する様々な修正は当業者には明らかであり、本明細書で定義された一般原理は他の実施形態に適用され得る。したがって、本発明は、図示および説明した特定の実施形態に限定されることを意図しておらず、本明細書に開示された原理および新規な特徴と一致する最も広い範囲が与えられるべきである。

10

【0118】

本明細書における実質的にどの複数形および／または単数形の用語の使用に関して、当業者は、文脈および／または用途に応じて、複数形から単数形へ、および／または単数形から複数形へと読み替えることができる。明確にするために、様々な単数形／複数形の置換については、本明細書では明示的には記載されない。

【0119】

本明細書に記載された方法は全て、方法の実施形態の1つまたは複数のステップの結果をメモリに記憶することを含み得る。その結果は、本明細書に記載された結果のいずれかを含んでもよく、当技術分野で既知の任意の様式で記憶され得る。メモリは、本明細書に記載された任意のメモリ、または当技術分野で既知の任意の他の好適な記憶媒体を含み得る。結果を記憶した後で、メモリにおいてそれらの結果にアクセスし、本明細書に記載された方法またはシステムの実施形態のいずれかによって使用すること、ユーザへの表示用にフォーマットすること、他のソフトウェアモジュール、方法、またはシステムによって使用すること、などが可能である。またさらに、結果は、「永久的に」、「半永久的に」、「一時的に」、またはある期間の間、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、結果はメモリに必ずしも無期限に残存しなくてもよい。

20

30

【0120】

上述した方法の実施形態のそれぞれが、本明細書に記載された任意の他の方法の任意の他のステップを含み得ることが、さらに企図される。さらに、上述した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いずれかによって実行され得る。

【0121】

本明細書に記載された主題は、他の構成要素内に含まれているかまたは他の構成要素と接続されている様々な構成要素を例示する場合がある。このような描写されたアーキテクチャは単なる例示であること、および、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を実装できることを理解されたい。概念的な意味では、同じ機能性を達成するための構成要素同士の配置は、所望の機能が達成されるように効果的に「関連して」いる。したがって、本明細書において特定の機能を達成するように組み合わされている任意の2つの構成要素は、アーキテクチャまたは介在する構成要素に関わらず、所望の機能が達成されるように互いに「関連している」と見なすことができる。同様に、そのように関連した任意の2つの構成要素は所望の機能を達成するために互いに「接続されている」または「結合されている」と見なすこともでき、そのように関連付け可能な任意の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「結合可能」と見なすこともできる。結合可能な具体的な例としては、これらに限定されるものではないが、物理的に接合可能なおよび／もしくは物理的に相互作用する構成要素、ならびに／または、ワイヤレスに相互作用可能なおよび／もしくはワイヤレスに相互作用する構成要素、ならびに

40

50

／または、論理的に相互作用するおよび／もしくは論理的に相互作用可能な構成要素が挙げられる。

【0122】

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。一般に、本明細書で、特に添付の特許請求の範囲（例えば、添付の特許請求項の本文）で 사용되는用語は一般に「オープンな」用語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（例えば、用語「～を含んでいる（including）」は「～を含んでいるがそれに限定されない」として解釈されるべきであり、用語「～を有する」は「～を少なくとも有する」として解釈されるべきであり、用語「～を含む（includes）」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、など）。導入される請求項の記述事項がある特定の個数であることが意図される場合、そのような意図は請求項において明示的に記述されることになり、そのような記述が存在しない場合にはそのような意図が存在しないことが、当業者にはさらに理解されるであろう。例えば、理解を助けるために、以下の添付の請求項は、請求項の記述事項を導入するための導入句「少なくとも1つの」および「1つ以上の」の使用を含む場合がある。しかし、そのような句の使用は、不定冠詞「1つの（a）」または「1つの（an）」によって請求項の記述事項を導入することが、そのように導入された請求項の記述事項を含む任意の特定の請求項を、そのような記述事項を1つしか含まない発明に限定することを示唆するものと解釈されるべきではなく、このことは同じ請求項が導入句「1つ以上の」または「少なくとも1つの」および不定冠詞、例えば「1つの（a）」または「1つの（an）」を含む場合にも当てはまる（例えば、「1つの（a）」および／または「1つの（an）」は通常、「少なくとも1つの」または「1つ以上の」を意味するように解釈されるべきである）。同じことが、請求項の記述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。さらに、導入される請求項の記述事項が特定の個数であることが明示的に記述されている場合、そのような記述は通常、少なくとも記述された個数であることを意味するものと解釈されるべきであることを、当業者は認識するであろう（例えば、他の修飾語句のない「2つの記述事項」という最小限の記述は通常、少なくとも2つの記述事項、または2つ以上の記述事項を意味する）。「A、B、またはCなどのうちの少なくとも1つ」に類似した慣習的表現が使用されるような場合、一般にそのような構造は、当業者がその慣習的表現を理解する場合の意味で意図されている（例えば、「A、B、またはCのうちの少なくとも1つを有するシステム」であれば、これに限定されるものではないが、Aのみ、Bのみ、Cのみ、AとBを共に、AとCを共に、BとCを共に、ならびに／またはA、B、およびCを共に、などを有するシステムを含むであろう）。「A、B、またはCなどのうちの少なくとも1つ」に類似した慣習的表現が使用されるような場合、一般にそのような構造は、当業者がその慣習的表現を理解する場合の意味で意図されている（例えば、「A、B、またはCのうちの少なくとも1つを有するシステム」であれば、これに限定されるものではないが、Aのみ、Bのみ、Cのみ、AとBを共に、AとCを共に、BとCを共に、ならびに／またはA、B、およびCを共に、などを有するシステムを含むであろう）。当業者はさらに、本明細書、特許請求の範囲、または図面を問わず、2つ以上の択一的な用語を提示する実質的に任意の離接接続詞の単語および／または句は事実上いずれも、それらの用語のうちの1つ、それらの用語のうちのいずれか、または両方の用語を含む可能性を想定しているものと理解すべきであることを、理解するであろう。例えば、「AまたはB」という句は、「A」または「B」、または「AおよびB」の可能性を含むものと理解されるであろう。

【0123】

本開示およびその付随する利点の多くが上記の説明によって理解されるものと考えられ、また、開示される主題から逸脱することなくまたはその材料の利点の全てを犠牲にすることなく、構成要素の形態、構造、および構成に様々な変更を加え得ることが明らかであろう。記載された形態は単に説明のためのものであり、そのような変更を包含し含むことは以下の特許請求の範囲が意図するところである。さらに、本発明は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

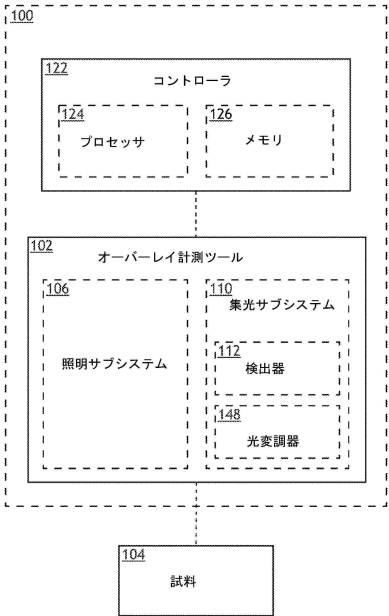
20

30

40

50

【図面】
【図 1 A】



【図 1 B】

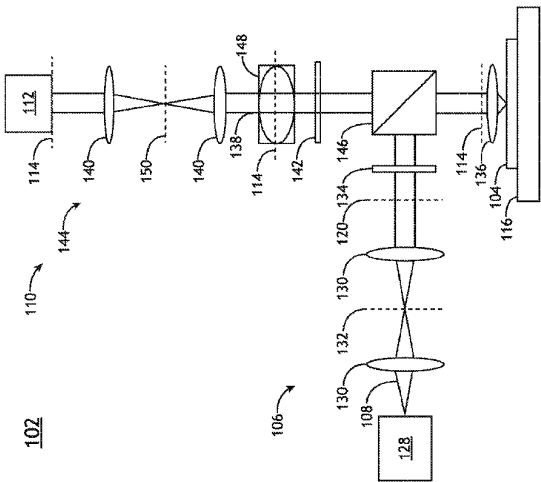


FIG.1B

【図 1 C】

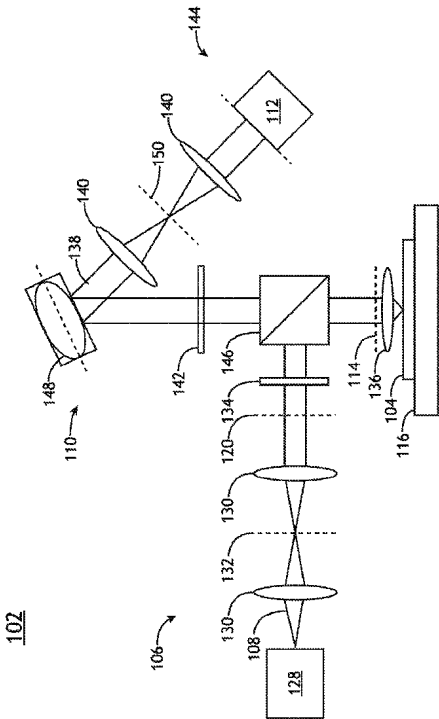


FIG.1C

【図 2】

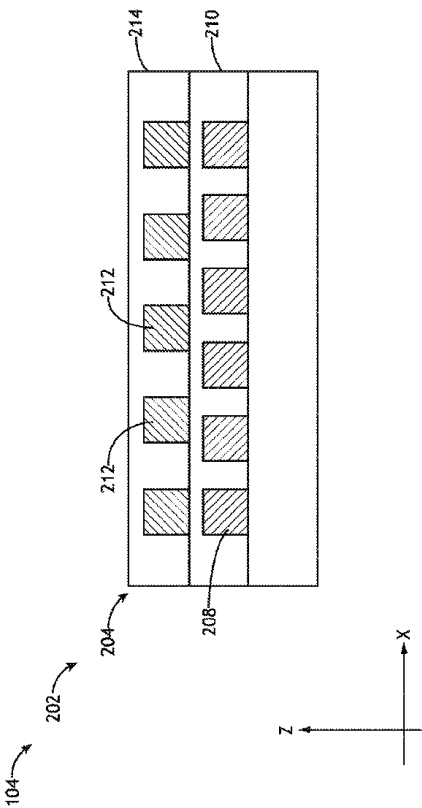


FIG.2

10

20

30

40

50

【図 3 A】

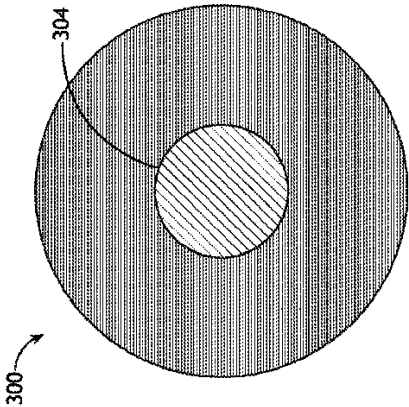


FIG.3A

【図 3 B】

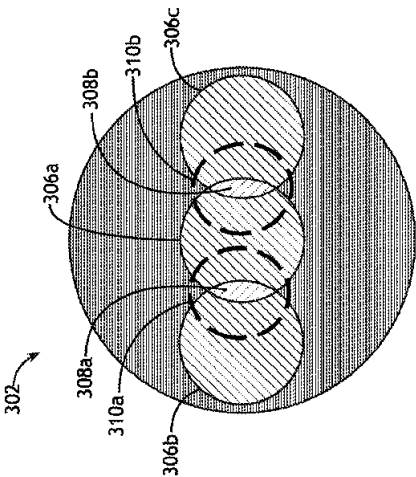


FIG.3B

【図 3 C】

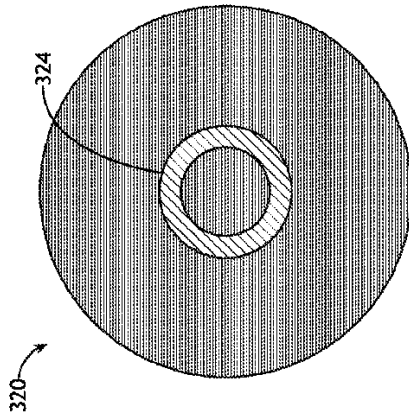


FIG.3C

【図 3 D】

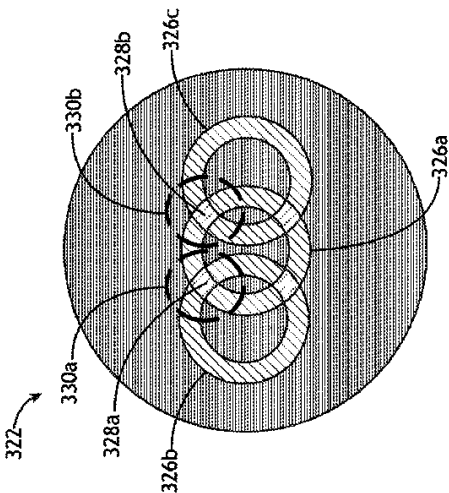


FIG.3D

10

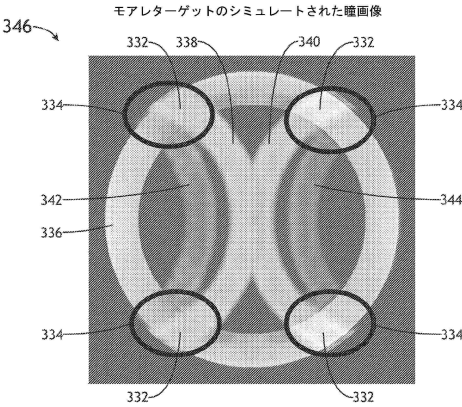
20

30

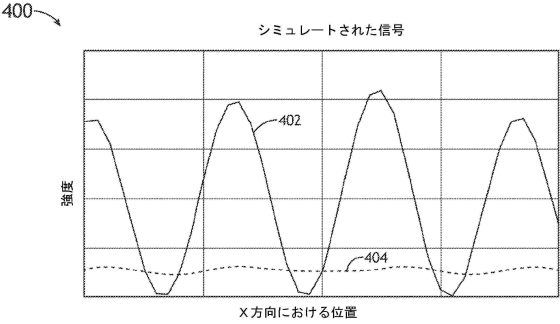
40

50

【図 3 E】

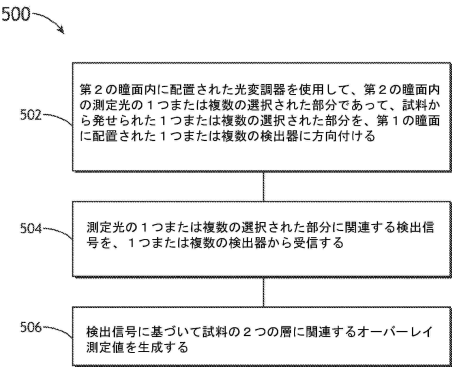


【図 4】



10

【図 5】



20

30

40

50

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2023/014005
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER G01B 11/27(2006.01)i; G01N 21/47(2006.01)i; G03F 7/20(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01B 11/27(2006.01); G01J 3/36(2006.01); G03B 27/42(2006.01); G03B 27/54(2006.01); G03F 7/20(2006.01) Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Korean utility models and applications for utility models Japanese utility models and applications for utility models Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) eKOMPASS(KIPO internal) & Keywords: overlay, light modulator, Moire, grating		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2021-0364279 A1 (KLA CORPORATION) 25 November 2021 (2021-11-25) paragraphs [0047]-[0110], claim 4 and figures 1A-7	1-16,19-26
Y		17,18
Y	US 2012-0033193 A1 (MAURITS VAN DER SCHAAR et al.) 09 February 2012 (2012-02-09) claims 1, 2 and figure 6	17,18
A	US 2020-0132446 A1 (KLA-TENCOR CORPORATION) 30 April 2020 (2020-04-30) paragraphs [0035]-[0037] and figures 2-4	1-26
A	US 2017-0351184 A1 (SHANGHAI MICRO ELECTRONICS EQUIPMENT (GROUP) CO., LTD.) 07 December 2017 (2017-12-07) paragraphs [0037]-[0045] and figures 2-11	1-26
A	US 8786825 B2 (MARCUS ADRIANUS VAN DE KERKHOF et al.) 22 July 2014 (2014-07-22) column 7, line 32 - column 12, line 24 and figures 3-7	1-26
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "D" document cited by the applicant in the international application "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 15 June 2023		Date of mailing of the international search report 16 June 2023
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon 35208, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer KIM HYUNG YOON Telephone No. +82-42-481-3953

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2022)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/US2023/014005

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2021-0364279	A1	25 November 2021	CN	115552228	A	30 December 2022
				EP	4115172	A1	11 January 2023
				KR	10-2023-0014766	A	30 January 2023
				TW	202208812	A	01 March 2022
				US	11346657	B2	31 May 2022
				WO	2021-236470	A1	25 November 2021
US	2012-0033193	A1	09 February 2012	NL	2007127	A	07 February 2012
				US	9235141	B2	12 January 2016
US	2020-0132446	A1	30 April 2020	CN	112567296	A	26 March 2021
				EP	3811154	A1	28 April 2021
				EP	3811154	A4	06 April 2022
				JP	2021-535595	A	16 December 2021
				KR	10-2021-0038983	A	08 April 2021
				SG	11202100991	A	30 March 2021
				TW	202022348	A	16 June 2020
				US	11281111	B2	22 March 2022
				WO	2020-046408	A1	05 March 2020
US	2017-0351184	A1	07 December 2017	CN	105807573	A	27 July 2016
				CN	105807573	B	29 December 2017
				JP	2018-502299	A	25 January 2018
				JP	6473508	B2	20 February 2019
				KR	10-1966572	B1	13 August 2019
				KR	10-2017-0108015	A	26 September 2017
				SG	11201705343	A	30 August 2017
				TW	201625899	A	16 July 2016
				TW	1582376	B	11 May 2017
				US	10268125	B2	23 April 2019
				WO	2016-107614	A1	07 July 2016
US	8786825	B2	22 July 2014	IL	208570	A	30 December 2010
				IL	243016	A	29 December 2016
				NL	1036857	A1	22 October 2009
				TW	200951636	A	16 December 2009
				TW	201443580	A	16 November 2014
				TW	201443581	A	16 November 2014
				TW	1453546	B	21 September 2014
				TW	1551956	B	01 October 2016
				TW	1551957	B	01 October 2016
				US	2011-0102753	A1	05 May 2011
				US	2014-0327908	A1	06 November 2014
				US	2014-0333922	A1	13 November 2014
				US	9594310	B2	14 March 2017
				US	9594311	B2	14 March 2017
				WO	2009-129974	A1	29 October 2009

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 2022)

10

20

30

40

50

フロントページの続き

,MC,ME,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,
ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,C
O,CR,CU,CV,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IQ,I
R,IS,IT,JM,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX
,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,
SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,WS,ZA,ZM,ZW

イスラエル ミグダル ハエメク ハーモン 9

(72)発明者 ヴォルフマン アレクサンダー

イスラエル ミグダル ハエメク ハネシム ストリート 12/10

(72)発明者 ウジエル ヨラム

イスラエル ヨドファト ハマーガル ストリート 17

(72)発明者 メン エフゲニー

アメリカ合衆国 カリフォルニア ミルピタス テクノロジー ドライブ 1

Fターム(参考) 2G059 AA03 BB16 DD13 EE02 EE05 EE09 GG01 GG09 HH02 JJ02

JJ22 KK04

4M106 BA04 CA22 CA39 DB04 DB07 DB16