

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5894158号  
(P5894158)

(45) 発行日 平成28年3月23日(2016.3.23)

(24) 登録日 平成28年3月4日(2016.3.4)

(51) Int.Cl.

F 1

GO3F 9/00	(2006.01)	GO3F 9/00	H
GO1B 11/00	(2006.01)	GO1B 11/00	G
GO1B 11/02	(2006.01)	GO1B 11/02	G

請求項の数 33 (全 25 頁)

(21) 出願番号	特願2013-523211 (P2013-523211)	(73) 特許権者	500049141 ケーレルエーテンカー コーポレイション
(86) (22) 出願日	平成23年7月28日(2011.7.28)		アメリカ合衆国、95035、カリフォルニア州、ミルピタス、ワン テクノロジードライブ
(65) 公表番号	特表2013-534314 (P2013-534314A)	(74) 代理人	110001210 特許業務法人 YKI 国際特許事務所
(43) 公表日	平成25年9月2日(2013.9.2)	(72) 発明者	カンデル ダニエル イスラエル アセレト ハーロン ストリート 2
(86) 國際出願番号	PCT/US2011/045778	(72) 発明者	レヴィンスキー ウラディミール イスラエル ナザレ イリト アドード ストリート 21/1
(87) 國際公開番号	W02012/018673		
(87) 國際公開日	平成24年2月9日(2012.2.9)		
審査請求日	平成26年7月25日(2014.7.25)		
(31) 優先権主張番号	13/186,144		
(32) 優先日	平成23年7月19日(2011.7.19)		
(33) 優先権主張国	米国(US)		
(31) 優先権主張番号	61/370,341		
(32) 優先日	平成22年8月3日(2010.8.3)		
(33) 優先権主張国	米国(US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】多層オーバーレイ計測ターゲットおよび相補的オーバーレイ計測測定システム

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

各ターゲット構造が 2 つ以上のパターン要素のセットを含む 3 つ以上のターゲット構造を含む複数のターゲット構造を含む多層オーバーレイターゲットであって、前記複数のターゲット構造は、前記複数のターゲット構造が位置合わせされたとき、共通の対称中心を共有するよう構成され、前記複数のターゲット構造のうちの少なくとも 1 つは前記共通の対称中心を中心とする 180 度回転に対して不变であり、前記 2 つ以上のパターン要素のそれぞれは個別の対称中心を有し、各ターゲット構造の前記 2 つ以上のパターン要素のそれぞれは前記個別の対称中心を中心とする 90 度回転に対して不变でない、多層オーバーレイターゲット。

## 【請求項 2】

前記 2 つ以上のパターン要素のセットのうちの第 1 パターン要素は第 1 方向におけるオーバーレイ計測測定に対して適用され、前記 2 つ以上のパターン要素のセットのうちの第 2 パターン要素は前記第 1 方向とは異なる第 2 方向におけるオーバーレイ計測測定に対して適用される、請求項 1 に記載の多層オーバーレイターゲット。

## 【請求項 3】

第 1 方向におけるオーバーレイ計測測定に適用されるパターン要素のセット、および前記第 1 方向とは異なる第 2 方向におけるオーバーレイ計測測定に対して適用されるパターン要素の第 2 セットは共通の対称中心を有する、請求項 1 に記載の多層オーバーレイターゲット。

**【請求項 4】**

前記複数のターゲット構造のうちの少なくとも 1 つの前記 2 つ以上のパターン要素のうちの少なくとも 1 つは、

周期的なパターンで配列された、または非周期的なパターンで配列された、2 つ以上のサブ要素を有するパターン要素、

を含む、請求項 1 に記載の多層オーバーレイターゲット。

**【請求項 5】**

各ターゲット構造の前記 2 つ以上のパターン要素のセットはダミーフィルの層の上方または下方にプリントされた、請求項 1 に記載の多層オーバーレイターゲット。

**【請求項 6】**

前記複数のターゲット構造のうちのいくつかは、前記複数のターゲット構造のうちの前記いくつかのコントラストを増強するために付加的なセットのパターン要素を含む、請求項 1 に記載の多層オーバーレイターゲット。

**【請求項 7】**

前記複数のターゲット構造のうちのいくつかは異なる処理層において配置された、請求項 1 に記載の多層オーバーレイターゲット。

**【請求項 8】**

前記複数のターゲット構造のうちの少なくとも 2 つは同一層内に配置され、前記少なくとも 2 つのターゲット構造のそれぞれは異なるリソグラフ処理において露光される、請求項 1 に記載の多層オーバーレイターゲット。

**【請求項 9】**

前記複数のターゲット構造のうちの少なくとも 1 つは前記共通の対称中心を中心とする 90 度回転に対して不变である、請求項 1 に記載の多層オーバーレイターゲット。

**【請求項 10】**

前記複数のターゲット構造のうちの少なくとも 1 つは前記共通の対称中心を中心とする 90 度回転に対して不变ではない、請求項 1 に記載の多層オーバーレイターゲット。

**【請求項 11】**

各ターゲット構造の前記 2 つ以上のパターン要素のそれぞれは前記個別の対称中心を中心とする 180 度回転 に対して不变である、請求項 1 に記載の多層オーバーレイターゲット。

**【請求項 12】**

各ターゲット構造の前記 2 つ以上のパターン要素のそれぞれは前記個別の対称中心を中心とする 360 度未満 の全ての角度の回転に対して不变ではない、請求項 1 に記載の多層オーバーレイターゲット。

**【請求項 13】**

前記複数のターゲット構造のうちの少なくとも 1 つは前記共通の対称中心を中心とする 90 度回転に対して不变であり、前記複数のターゲット構造のうちの少なくとも 1 つは前記共通の対称中心を中心とする 90 度回転に対して不变ではない、請求項 1 に記載の多層オーバーレイターゲット。

**【請求項 14】**

多層オーバーレイターゲットからのオーバーレイを測定する方法であって、

半導体デバイスの 1 つ以上のプロセスレイヤー上に配置された複数のターゲット構造を提供するステップ であり、前記複数のターゲット構造は、3 つ以上のターゲット構造を含み、各ターゲット構造は 2 つ以上のパターン要素のセットを含み、前記複数のターゲット構造は、前記複数のターゲット構造が位置合わせされたとき、共通の対称中心を共有するよう構成され、前記複数のターゲット構造のうちの少なくとも 1 つは前記共通の対称中心を中心とする 180 度回転 に対して不变であり、前記 2 つ以上のパターン要素のそれぞれは個別の対称中心を有し、各ターゲット構造の前記 2 つ以上のパターン要素のそれぞれは前記個別の対称中心を中心とする 90 度回転 に対して不变でない、ステップと、

前記複数のターゲット構造に光を照射するステップと、

10

20

30

40

50

前記複数のターゲット構造からの反射光を集光するステップと、  
前記複数のターゲット構造からの反射光に基づいて、2つ以上のターゲット構造の間の  
オーバーレイエラーを決定するステップと、  
を含む方法。

**【請求項 15】**

少なくとも1つのターゲット構造は前記共通の対称中心を中心とする90度回転に対し  
て不变である、請求項14に記載の方法。

**【請求項 16】**

少なくとも1つのターゲット構造は前記共通の対称中心を中心とする90度回転に対し  
て不变でない、請求項14に記載の方法。

10

**【請求項 17】**

各ターゲット構造の前記2つ以上のパターン要素のそれぞれは前記個別の対称中心を  
中心とする180度回転に対して不变である、請求項14に記載の方法。

**【請求項 18】**

各ターゲット構造の前記2つ以上のパターン要素のそれぞれは前記個別の対称中心を  
中心とする360度未満の全ての角度の回転に対して不变ではない、請求項14に記載の  
方法。

**【請求項 19】**

少なくとも1つのターゲット構造は前記共通の対称中心を中心とする90度回転に対し  
て不变であり、少なくとも1つのターゲット構造は前記共通の対称中心を中心とする90  
度回転に対して不变でない、請求項14に記載の方法。

20

**【請求項 20】**

多層オーバーレイターゲットからのオーバーレイを測定するシステムであって、  
半導体デバイスの1つ以上のプロセスレイヤー上に配置された複数のターゲット構造を  
照らすように構成された照射源であり、前記複数のターゲット構造は、3つ以上のターゲ  
ット構造を含み、各ターゲット構造は2つ以上のパターン要素のセットを含み、前記複数  
のターゲット構造は、前記複数のターゲット構造が位置合わせされたとき、共通の対称  
中心を共有するよう構成され、前記複数のターゲット構造のうちの少なくとも1つは前記共  
通の対称中心を中心とする180度回転に対して不变であり、前記2つ以上のパターン要  
素のそれぞれは個別の対称中心を有し、各ターゲット構造の前記2つ以上のパターン要素  
のそれぞれは前記個別の対称中心を中心とする90度回転に対して不变でない、照射源と

30

前記複数のターゲット構造からの反射光を集光するように構成された検出器と、  
プログラムインストラクションのセットを実行するように構成された1つ以上のプロセ  
ッサであり、前記プログラムインストラクションのセットは、前記複数のターゲット構造  
からの反射光に基づいて、2つ以上のターゲット構造の間のオーバーレイエラーを検出す  
るように前記プロセッサを動作させる、プロセッサと、  
を備えるシステム。

**【請求項 21】**

少なくとも1つのターゲット構造は前記共通の対称中心を中心とする90度回転に対し  
て不变である、請求項20に記載のシステム。

40

**【請求項 22】**

少なくとも1つのターゲット構造は前記共通の対称中心を中心とする90度回転に対し  
て不变でない、請求項20に記載のシステム。

**【請求項 23】**

各ターゲット構造の前記2つ以上のパターン要素のそれぞれは前記個別の対称中心を  
中心とする180度回転に対して不变である、請求項20に記載のシステム。

**【請求項 24】**

各ターゲット構造の前記2つ以上のパターン要素のそれぞれは前記個別の対称中心を  
中心とする360度未満の全ての角度の回転に対して不变ではない、請求項20に記載のシ

50

ステム。

【請求項 25】

少なくとも 1 つのターゲット構造は前記共通の対称中心を中心とする 90 度回転に対して不变であり、少なくとも 1 つのターゲット構造は前記共通の対称中心を中心とする 90 度回転に対して不变でない、請求項 20 に記載のシステム。

【請求項 26】

多層オーバーレイターゲットを製造する方法であって、  
半導体デバイスの 1 つ以上のプロセスレイヤー上に複数のターゲット構造をプリントするステップであり、印刷された前記複数のターゲット構造は、3 つ以上のターゲット構造を含み、各ターゲット構造は 2 つ以上のパターン要素のセットを含み、印刷された前記複数のターゲット構造は、前記複数のターゲット構造が位置合わせされたとき、共通の対称中心を共有するよう構成され、前記複数のターゲット構造のうちの少なくとも 1 つは前記共通の対称中心を中心とする 180 度回転に対して不变であり、前記 2 つ以上のパターン要素のそれぞれは個別の対称中心を有し、各ターゲット構造の前記 2 つ以上のパターン要素のそれぞれは前記個別の対称中心を中心とする 90 度回転に対して不变でない、プリントするステップ  
を含む方法。

【請求項 27】

前記プリントするステップは、フォトリソグラフィーで前記 1 つ以上のプロセスレイヤー上に前記複数のターゲット構造をプリントする、請求項 26 に記載の方法。

【請求項 28】

少なくとも 1 つのターゲット構造は前記共通の対称中心を中心とする 90 度回転に対して不变である、請求項 26 に記載の方法。

【請求項 29】

少なくとも 1 つのターゲット構造は前記共通の対称中心を中心とする 90 度回転に対して不变でない、請求項 26 に記載の方法。

【請求項 30】

各ターゲット構造の前記 2 つ以上のパターン要素のそれぞれは前記個別の対称中心を中心とする 180 度回転に対して不变である、請求項 26 に記載の方法。

【請求項 31】

各ターゲット構造の前記 2 つ以上のパターン要素のそれぞれは前記個別の対称中心を中心とする 360 度未満の全ての角度の回転に対して不变ではない、請求項 26 に記載の方法。

【請求項 32】

少なくとも 1 つのターゲット構造は前記共通の対称中心を中心とする 90 度回転に対して不变であり、少なくとも 1 つのターゲット構造は前記共通の対称中心を中心とする 90 度回転に対して不变でない、請求項 26 に記載の方法。

【請求項 33】

コンピュータプログラムが記憶されたコンピュータ読み取り可能な記憶媒体であり、前記コンピュータプログラムは、1 つ以上のプロセッサにより実行されたときに、

半導体デバイスの 1 つ以上のプロセスレイヤー上に配置された複数のターゲット構造を照射するステップであり、前記複数のターゲット構造は、3 つ以上のターゲット構造を含み、各ターゲット構造は 2 つ以上のパターン要素のセットを含み、前記複数のターゲット構造は、前記複数のターゲット構造が位置合わせされたとき、共通の対称中心を共有するよう構成され、前記複数のターゲット構造のうちの少なくとも 1 つは前記共通の対称中心を中心とする 180 度回転に対して不变であり、前記 2 つ以上のパターン要素のそれぞれは個別の対称中心を有し、各ターゲット構造の前記 2 つ以上のパターン要素のそれぞれは前記個別の対称中心を中心とする 90 度回転に対して不变でない、ステップと、

前記複数のターゲット構造からの反射光を集光するステップと、

前記複数のターゲット構造からの反射光に基づいて、2 つ以上のターゲット構造の間の

10

20

30

40

50

オーバーレイエラーを決定するステップと、  
を実行するインストラクションを含む記憶媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本願は、以下に列挙する出願（単数または複数）（「関連出願」）に関するものであり、係る出願（単数または複数）の最先の有効な出願日の利益を主張するものである（例えば、当該関連出願の任意および全ての親出願、祖父出願、曾祖父出願等の、仮特許出願以外の最先の優先日、または、仮特許出願のための米国法典第35編第119条（e）に基づく利益を主張するものである）。

【0002】

米国特許商標庁の法定外要件のために、本願は、2010年8月3日に出願され、Daniel Kandell、Vladimir Levinski、およびGuy Cohenを発明者とし、「MULTI-LAYER OVERLAY METROLOGY」を発明の名称とする、米国仮特許出願番号第61/370,341号の正規の特許出願（非仮出願）を構成するものである。

【0003】

本発明は、全般的にオーバーレイ計測法のためのオーバーレイターゲットに関し、さらに詳細には、多層ターゲットおよび相補的計測システムに関する。

【背景技術】

【0004】

様々な製造環境および製作環境において、所与の試料の様々な層間でのまたは特定の層内での位置合わせを制御する必要がある。例えば、半導体処理の状況においては、半導体系デバイスは一連の層を基板上に製造することにより作成され得、これらの層の一部または全部は様々な構造を含むものである。これらの構造の、単一層内における相対的位置および他の層における構造に対する相対的位置の両方が、半導体系デバイスの性能に対して極めて重要となる。様々な構造間の位置合わせ不良はオーバーレイエラーとして知られる。

【0005】

ウエハ上の連続するパターン化された層のオーバーレイエラーの測定は、集積回路の製造およびデバイスの製造において用いられる極めて重要なプロセス制御技術の1つである。オーバーレイの精度は、全般的に、第1パターン化された層の上方または下方に配置された第2パターン化された層に対して第1パターン化された層を如何に正確に位置合わせするかの判定と、同一層上に配置された第2パターンに対して第1パターンを如何に正確に位置合わせするかの判定とに関連する。現在のところ、オーバーレイの測定は、ウエハの層とともにプリントされたテストパターンを介して実行される。これらのテストパターンの画像は撮像ツールを介して取り込まれ、分析アルゴリズムが、パターンの相対的変位を取り込まれた画像から計算するために用いられる。係るオーバーレイ計測ターゲット（または「マーク」）は全般的に2つの層において形成された特徴を含む。なお、これらの特徴は、2つの層の特徴間の空間的ずれ（すなわち、オーバーレイまたは層間のずれ）の測定を可能にするよう構成されたものである。図1A～図2Bは先行技術に係る典型的なオーバーレイターゲットを示す。図1Aおよび図1Bはそれぞれ対称中心を中心とする180度回転対称および90度回転対称を有するオーバーレイターゲットを示す。さらに、図1Aおよび図1Bのターゲット構造は、個別に90度の回転に対して不变であるパターン要素（例えば、102a～108b）を含む。個々のパターン要素の90度不变性により、図1Aおよび図1Bのターゲット100およびターゲット101のパターン要素はXオーバーレイ測定およびYオーバーレイ測定に対して好適となる。

【0006】

図2Aおよび図2Bは、それぞれ90度回転および180度回転に対して不变性を示す

10

20

30

40

50

ターゲット 200 およびターゲット 201 を示す。図 1A および図 1B と対比して、パターン要素（例えば、202a ~ 208d）は 180 度回転対称のみを示す。そのため、X 方向および Y 方向の両方のオーバーレイを測定するためには、少なくとも 2 つの直交するよう配向されたパターン要素が用いられなければならない。例えば、パターン要素 202a、204a、202d、および 204d が第 1 方向におけるオーバーレイを測定するために用いられる一方で、要素 202b、204b、204c、および 202c が第 1 方向に直交する第 2 方向におけるオーバーレイを測定するために用いられ得る。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

10

【特許文献 1】米国特許出願公開第 2005/0012928 号明細書

【特許文献 2】米国特許出願公開第 2006/0066855 号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

既存のターゲットおよびターゲット測定システムは多数の実装状況に対して好適であるが、本明細書においては、多くの改善がなされ得ると考えられる。本明細書において説明される本発明は、改善された計測測定を可能にするためのターゲットおよび装置を開示する。

【課題を解決するための手段】

20

【0009】

撮像に基づく計測において用いられるための多層オーバーレイターゲットが開示される。1 つの態様において、多方向オーバーレイマークは、各ターゲット構造が 2 つ以上のパターン要素のセットを含む 3 つ以上のターゲット構造を含む複数のターゲット構造を含み得るが、これに限定されない。なお、これらのターゲット構造はターゲット構造が位置合わせされたとき共通の対称中心を共有するよう構成され、各ターゲット構造は共通の対称中心を中心とする N 度回転に対して不变であり、N は 180 度以上であり、2 つ以上のパターン要素のそれぞれは個別の対称中心を有し、各ターゲット構造の 2 つ以上のパターン要素のそれぞれは個別の対称中心を中心とする M 度回転に対して不变であり、M は 180 度以上である。

30

【0010】

他の態様において、撮像に基づく計測において用いられるための多層オーバーレイターゲットは、各ターゲット構造が 2 つ以上のパターン要素のセットを含む 3 つ以上のターゲット構造を含む複数のターゲット構造を含み得るが、これに限定されない。なお、これらのターゲット構造はターゲット構造が位置合わせされたとき共通の対称中心を共有するよう構成され、各ターゲット構造は共通の対称中心を中心とする 90 度回転に対して不变であり、2 つ以上のパターン要素のそれぞれは個別の対称中心を有し、各ターゲット構造の 2 つ以上のパターン要素のそれぞれは個別の対称中心を中心とする M 度回転に対して不变であり、M は 180 度以上である。

【0011】

40

多層オーバーレイ計測ターゲットのコントラスト増強のために好適である装置が開示される。1 つの態様において、本装置は、照明源と、照明源から発する光の少なくとも 1 部分を偏光させるよう構成された第 1 偏光器と、第 1 偏光器により処理された光の第 1 部分を対物経路に沿って 1 つまたは複数の試料の表面へと誘導し、且つ第 1 偏光器により処理された光の第 2 部分を基準経路に沿って誘導するよう構成されたビームスプリッタと、1 つまたは複数の試料の表面から反射された光の 1 部分を収集するよう構成された、1 次光軸に沿って配置された検出器と、1 つまたは複数の試料の表面から反射した光の少なくとも 1 部分を検出器の撮像面に光が当たる前に分析するよう構成された第 2 偏光器であって、第 1 偏光器および第 2 偏光器は 1 つまたは複数の試料の未パターン化された部分から反射された光が検出器に到達する量を最小化するよう配列された第 2 偏光器と、を含むが、

50

これに限定されない。

【0012】

他の態様において、本装置は、照明源と、1つまたは複数の試料の表面から反射された光の1部分を収集するよう構成された、1次光軸に沿って配置された検出器と、照明源から発する照明の照射角を選択するよう構成され、且つこの照射角は選択されたコントラストレベルを検出器の撮像面において達成することに好適である、照明経路の瞳面に配置されたアパーチャと、アパーチャを通って伝達される光の第1部分を対物経路に沿って1つまたは複数の試料の表面へと誘導し、且つアパーチャを通って伝達される光の第2部分を基準経路に沿って誘導するよう構成された第1ビームスプリッタと、を含み得るが、これに限定されない。

10

【0013】

上述の全般的な説明および以下の詳細な説明の両方が、単に代表的且つ説明的であり、請求項に定められる本発明を必ずしも限定するものではないことを理解すべきである。添付の図面は、本明細書に組み込まれ本明細書の一部を構成するものであって、本発明の実施形態を例示し、本発明の原理を説明する機能を有する。

【図面の簡単な説明】

【0014】

本開示の多くの利点は、以下の添付の図面を参照することにより、当業者により、よりよく理解され得る。

【0015】

20

【図1A】オーバーレイターゲットの上面図である。

【図1B】オーバーレイターゲットの上面図である。

【図2A】オーバーレイターゲットの上面図である。

【図2B】オーバーレイターゲットの上面図である。

【図3】本発明の1つの実施形態に係る多層オーバーレイターゲットの上面図である。

【図4】本発明の1つの実施形態に係る多層オーバーレイターゲットの上面図である。

【図5A】本発明の1つの実施形態に係る多層オーバーレイターゲットの上面図である。

【図5B】本発明の1つの実施形態に係る多層オーバーレイターゲットの上面図である。

【図6】本発明の1つの実施形態に係る多層オーバーレイターゲットの上面図である。

【図7】本発明の1つの実施形態に係る多層オーバーレイターゲットの上面図である。

30

【図8】本発明の1つの実施形態に係る、ダミーフィルが存在する場合においてプリントされた多層オーバーレイターゲットの上面図である。

【図9】本発明の1つの実施形態に係る、ダミーフィルが存在する場合においてプリントされた多層オーバーレイターゲットの上面図である。

【図10】本発明の1つの実施形態に係る、ダミーフィルが存在する場合においてプリントされた多層オーバーレイターゲットの上面図である。

【図11】多層オーバーレイ計測ターゲットのシステム好適コントラスト増強のブロック図である。

【図12】多層オーバーレイ計測ターゲットのシステム好適コントラスト増強のブロック図である。

40

【図13A】本発明の1つの実施形態に係る、コントラスト増強に好適である照明瞳構造の概略図である。

【図13B】本発明の1つの実施形態に係る、コントラスト増強に好適である照明瞳構造の概略図である。

【図13C】本発明の1つの実施形態に係る、コントラスト増強に好適である照明瞳構造の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

添付の図面に図示される開示された主題について、ここで詳細に参照する。

【0017】

50

図3～図10を全般的に参照すると、本開示にしたがって説明される撮像に基づくオーバーレイ計測に対して好適であるオーバーレイターゲットが説明される。全般的な意味において、本発明のオーバーレイターゲットは半導体ウエハの2つの連続する処理層間のオーバーレイエラーを判定するために用いられ得る。例えば、オーバーレイターゲットは第2半導体層に対する第1半導体層の位置合わせを測定するために利用され得る。なお、ここで第1層および第2層は連続して配置されたものである。加えて、オーバーレイターゲットは2つ以上の異なる処理（例えば、リソグラフ露光）により共通の半導体層上に形成された2つの構造間の位置合わせエラーを判定するために用いられ得る。例えば、オーバーレイターゲットは第2パターンに対する第1パターンの位置合わせを測定するために利用され得る。なお、ここで第1パターンおよび第2パターンは同一の半導体層上に形成された連続するパターンである。

【0018】

例えば、2つ以上のオーバーレイターゲットを利用する測定において、オーバーレイターゲットは、第1層および第2層が正しく位置合わせされている場合にオーバーレイターゲットの第1構造および第2構造のパターン要素も位置合わせされるよう、第1ウエハ層および第2ウエハ層上の特定場所にプリントされ得る。一方、第1層および第2層が「位置合わせ不良」である場合、所与の薄いオーバーレイマーク100の第1構造102および第2構造104のパターン要素間に相対的ずれが存在し、様々な技術を用いて測定可能である。

【0019】

本明細書において説明される構造およびパターン要素は、例えば光リソグラフ技術、エッチング技術、および蒸着技術を例としてあげ得るがこれらに限定されない半導体ウエハ処理に対して好適である当該技術分野において既知である任意の処理を用いて製造され得る。オーバーレイターゲット、オーバーレイターゲットに含まれた構造、パターン要素、パターンサブ要素をプリントするための方法は、2006年2月23日に出願された米国特許出願番号第11/179,819号において概説され、参考することにより本明細書に援用される。

【0020】

図3は、本発明の模範的な実施形態に係る、撮像に基づく計測法に対して好適である6層オーバーレイターゲット300の上面図を示す。1つの態様において、オーバーレイターゲット300は3つ以上のターゲット構造を備え得る。ターゲット300の他の態様において、オーバーレイターゲット300のターゲット構造のそれぞれは2つ以上のパターン要素を備える。本開示の目的のために、図2（および本開示全体を通しての図面）におけるテクスチャパターンは、ターゲットの異なるターゲット構造を表すために用いられ、同一のターゲット構造に属するパターン要素は同一のテクスチャを有することに注意すべきである。選択されたテクスチャパターンは関連するパターン要素の構造的側面を表すものではなく、単に同一のターゲット構造のパターン要素を表すために利用されるものであるため、本開示の様々な図面において表示されるテクスチャパターンは限定的なものではないと解釈すべきである。例えば、図3に示されるようにターゲット300は6つのターゲット構造を含み得る（各構造はユニークなテクスチャを用いて示される）。さらに、ターゲット300の6つのターゲット構造のそれぞれは2つのパターン要素を含み得る。例えば、図3に示されるように、第1構造はパターン要素302aおよび302bを含み、第2構造はパターン要素304aおよび304bを含み、第3構造はパターン要素306aおよび306bを含み、第4構造は、パターン要素308aおよび308bを含み、第5構造はパターン要素310aおよび310bを含み、第6構造はパターン要素312aおよび312bを含み得る。さらに全般的には、ターゲット300の所与の構造（すなわち、第1、第2、第3～第N構造）は、2つのパターン要素から第Nパターン要素まで（第Nパターンは含まれる）を含み得る。

【0021】

本発明のターゲット300の他の態様において、ターゲット300のターゲット構造の

10

20

30

40

50

それぞれは、それぞれのターゲット構造が共通の対称中心 110 を中心とする 180 度回転に対して不变となるよう設計される。例えば、図 3 に示されるように、共通の対称中心 110 を中心としてターゲット構造を 180 度回転させると、これらの構造の上面図画像は回転以前の構造の上面図画像に対して依然として同等である。その結果、複数の個別構造から構成されるターゲット全体は、正しく位置合わせされている場合、共通の対称中心 110 を中心とする 180 度回転に対して不变となることが、当業者により認識されるであろう。1 つの実施形態において、図 3 に示されるように、各構造の 2 つのパターン要素は、相互に対して対角線上に對向する位置において配向され得る。その結果、オーバーレイターゲットは全体として 180 度回転対称となる。

## 【0022】

10

共通の対称中心 110 を中心とする 180 度回転に対して不变であるオーバーレイターゲット 300 を利用することにより、3 つ以上の層間でのオーバーレイ計測法にターゲット 300 を用いることが可能となることが、ここで認識される。このように、オーバーレイ計測測定は、オーバーレイターゲット 300 に存在する 6 つのターゲット構造の任意のペアを利用して実施され得る。さらに、ターゲット 300 の各構造の対称中心のコロケーションにより、オーバーレイ計測測定は、6 つの構造全部から単一の画像取り込みで取得され得る。

## 【0023】

第 1 層および第 2 層が正しく位置合わせされている場合に第 1 構造および第 2 構造は設計により共通の対称中心を共有する一方で、第 1 層および第 2 層間が位置合わせ不良である場合は第 1 構造および第 2 構造が相互に対してずれることが認識されるべきである。位置合わせ不良の結果として、第 1 構造の対称中心および第 2 構造の対称中心にずれが生じ、第 1 構造および第 2 構造の対称中心はもはや一致しないであろう。この概念が本発明の所与のターゲット内の構造の全部に対しても適用され得ることが認識される。オーバーレイ測定を可能にするものは、ターゲット 300 の様々な構造の対称中心間のこのずれの測定である。本明細書において説明されるターゲット 200 の状況において用いられ得る測定技術は、2007 年 7 月 30 日に出願された米国特許出願番号第 11/830,782 号および 2005 年 7 月 11 日に出願された米国特許出願番号第 11/179,819 号において説明され、参照することにより本明細書に援用される。

20

## 【0024】

30

他の態様において、ターゲット 300 の各構造の各パターン要素は個別の対称中心を有する。さらに、300 のパターン要素は、各パターン要素（例えば、302a～302b、304a～304b、その他）が個別のパターン要素の対称中心を中心とする 90 度回転に対して不变となるよう設計される。ターゲット 300 の各構造の各パターン要素が 4 回回転対称であるこの結果として、X オーバーレイ測定および Y オーバーレイ測定は同一のパターン要素を利用して実行され得る。

## 【0025】

図 3 において示されるターゲット内のターゲット構造の個数およびパターン要素の個数は限定を表すものではなく、むしろ性質上、例示として解釈されるべきであることが、当業者により認識されるべきである。

40

## 【0026】

さらに、図 3 に示される長方形のターゲット領域の使用が限定ではないこと、および全般的に様々なマーク領域形状（例えば、正方形、台形、平行四辺形、または橢円形）がオーバーレイターゲットの境界の周囲を特徴付けるために用いられ得ることが当業者により認識されるであろう。例えば、所与のターゲットの構造のセットは、最も外側の縁部が長円形形状または円形形状を有するターゲット領域を形成するよう配列され得る。

## 【0027】

全般的に、第 1 構造および第 2 構造の様々なパターン要素の 2 次元形状は限定的ではない。そのため、図 3 に示されるパターン要素の正方形形状は限定としてではなく単なる例示としてのみ解釈されるべきである。ターゲット構造 300 のパターン要素（例えば、3

50

02a～312b)に要求される90度回転不变性を生成し得る様々なパターン要素が存在することが認識される。例えば、ターゲット構造300のパターン要素は、とりわけ正方形形状、十字形状、またはダイヤモンド形状を有するパターン要素を含み得る。

#### 【0028】

他の態様において、図3に示されるように、第1構造のパターン要素は第2構造のパターン要素と同等であり得る。例えば、ターゲット構造300のパターン要素の全部は正方形形状を有し得る。

#### 【0029】

他の態様において、ターゲット構造300の様々な構造のパターン要素は異なり得る。例えば、図示はされないが、第1構造のパターン要素302aおよび302bは第2構造のパターン要素304aおよび304bと異なり得る。例えば、第1構造のパターン要素302aおよび302bは正方形形状を有する一方で、第2構造のパターン要素304aおよび304bは「十字」形状(図示せず)を有し得る。

10

#### 【0030】

他の態様において、単一のターゲット構造(すなわち、第1構造または第2構造)内のパターン要素の形状は一様であり得る。さらに詳細には、所与の構造内のパターン要素は同一形状を有し得る。例えば、第3ターゲット構造のパターン要素306aおよび306bの両方は正方形形状を有し得る。

#### 【0031】

他の態様において、所与のターゲット構造(すなわち、第1構造または第2構造)内のパターン要素の形状が一様ではない場合もある。さらに詳細には、所与の構造は2つ以上のパターン要素形状を含み得る。例えば、第4構造は「十字」形状(図示せず)を有するパターン要素308a、および正方形形状を有するパターン要素308bを含み得る。パターン要素の形状およびパターン要素の方向の結果としてターゲット構造が共通の対称中心を中心とする180度回転不变性を有し、各ターゲット構造の各パターン要素が個別の対称中心を中心とする90度回転不变性を有する限り、オーバーレイターゲット300のターゲット構造のパターン要素の形状については全般的な限定が存在しないことを認識すべきである。

20

#### 【0032】

オーバーレイターゲット300の構造のパターン要素は様々なセットの空間的位置にしたがって配列され得る。例えば、第1構造のパターン要素302aおよび302bと、第2構造のパターン要素304aおよび304bと、第3構造のパターン要素306aおよび306bと、第4構造のパターン要素308aおよび308bと、第5構造のパターン要素310aおよび310bと、第6構造のパターン要素312aおよび312bとは、これらのパターン要素が周期的パターンを、または非周期的パターンを形成するよう、配列され得る。例えば、図3に示されるように、パターン要素302a～312bの2次元配列は2次元周期的配列を形成する。様々な配列はターゲット300の180度回転不变性を形成するために好適であることが、ここで考えられる。

30

#### 【0033】

図4は、本発明の代替的な実施形態に係るオーバーレイターゲット400の上面図を示す。出願人は、特記なき限り、ターゲット300に対して上記で提供された説明が本開示の他の部分においても適用されると解釈すべきであることをここで注記する。

40

#### 【0034】

本明細書において上記で説明されたターゲット300の場合と同様に、多層オーバーレイターゲット400は、各ターゲット構造が2つ以上のパターン要素を含む3つ以上のターゲット構造を備え得る。例えば、オーバーレイターゲット400は、各ターゲット構造が4つのパターン要素を含む6つのターゲット構造を含み得る。例えば、図4に示されるように、第1構造はパターン要素402a、402b、402c、および402dを、第2構造はパターン要素404a、404b、404c、および404dを、第3構造はパターン要素406a、406b、406c、および406dを、以下同様にその他を、含

50

み得る。ターゲット300の場合と同様に、全般的に、ターゲット400の所与の構造（すなわち、第1、第2、第3～第N構造）は、2つのパターン要素から第Nパターン要素まで（第Nパターンは含まれる）を含み得る。

【0035】

ターゲット400の他の態様において、上述のターゲット300と同様に、ターゲット400のターゲット構造のそれぞれは、それぞれのターゲット構造が共通の対称中心110を中心とする180度回転に対して不变となり、その結果、ターゲット400も180度回転に対して不变となるよう、設計される。例えば、図4に示されるように、ターゲット400の第1構造のパターン要素402aおよび402bは、パターン要素402cおよび402dから対角線上に配向され、第1ターゲット構造がその対称中心110を中心とする180度回転に対して不变となるよう配列される。しかし、ターゲット400のターゲット構造が90度回転に対して不变ではないことに注意すべきである。

10

【0036】

上述のターゲット300と同様に、ターゲット400も3つ以上の層間のオーバーレイ計測法に利用され得る。その結果、オーバーレイ計測測定はオーバーレイターゲット400に存在する6つのターゲット構造の任意のペアを利用して実行され得る。さらに、ターゲット400の各構造の対称中心110のコロケーションにより、オーバーレイ計測測定は、単一の画像取り込みで6つの構造全部から取得され得る。

【0037】

本発明のさらなる態様において、各ターゲット構造に対して、Xオーバーレイ測定に対して利用されるパターン要素のセット（例えば、402aおよび402d）に対する対称中心は、Yオーバーレイ測定に対して利用されるパターン要素のセット（例えば、402bおよび402c）に対する対称中心とともに配置される。上記のような設計は単一の「画像取り込み」においてXオーバーレイおよびYオーバーレイの同時取得を可能にすることが認識される。そのため、従来のオーバーレイターゲットと比較して移動・取得・測定の時間（move-acquire-measurement time）が顕著に短縮される。さらに、図4に示される設計は現在既存の計測ツール手順およびアーキテクチャとの互換性を提供し得ることが認識される。

20

【0038】

他の態様において、ターゲット400の個別のパターン要素は、各パターン要素（例えば、402a～402b、404a～404b、その他）が個別のパターン要素の対称中心112を中心とする180度回転に対して不变となるよう、設計される。ターゲット300と対比して、ターゲット400の個別のパターン要素は、個別のパターン要素の対称中心112を中心とする90度回転に対しては不变でないことにさらに注意すべきである。そのため、単一のパターン要素（例えば、402a）はXオーバーレイおよびYオーバーレイの両方を測定するためには利用され得ない。したがって、個別のパターン要素のそれぞれは、XオーバーレイまたはYオーバーレイのいずれかを測定するために利用され得る。例えば、ターゲット400のターゲット構造は、1つがXオーバーレイのために設計され1つがYオーバーレイのために設計された、パターン要素のペアを含む。図4に示されるパターン要素の形状は、本発明の実装のために好適である180度回転対称（しかし90度回転対称ではない）を有する他のパターン要素形状が多数存在することが認識されるべきであるため、限定を表すものではない。

30

【0039】

一般的な意味において、共通の対称中心110を中心とするターゲット構造に対する180度回転対称（しかし、90度回転対称は形成しない）を形成する一方で、個別のパターン要素（例えば、402a～412d）に対する各パターン要素対称中心112を中心とする180度回転対称（しかし、90度回転対称は形成しない）を形成する、任意のパターン要素およびターゲット構造方式が本発明を実装することに対して好適となり得る。この理由のために、図4に示されるターゲット構造およびパターン要素方式は、単に例示としてのみ解釈されるべきであり、限定と考えられるべきではない。

40

50

## 【0040】

図5Aは、本発明の代替的な実施形態に係る、オーバーレイターゲット500の上面図を示す。上記で説明されたオーバーレイターゲットと同様に、多層ターゲット500は、各ターゲット構造が2つ以上のパターン要素を含む3つ以上のターゲット構造を備え得る。例えば、図5Aに示されるように、オーバーレイターゲット500は、各ターゲット構造が4つのパターン要素を含む6つのターゲット構造を含み得る。例えば、図5Aに示されるように、第1構造はパターン要素502a、502b、502c、および502dを、第2構造はパターン要素504a、504b、504c、および504dを、以下同様にその他を、含み得る。再び、全般的に、ターゲット500の所与の構造（すなわち、第1、第2、第3～第N構造）は、2つのパターン要素から第Nパターン要素まで（第Nパターンは含まれる）を含み得る。

## 【0041】

ターゲット300および400と対比して、ターゲット500のターゲット構造のそれぞれは、それぞれのターゲット構造が共通の対称中心110を中心とする90度回転に対して不变となり、その結果、ターゲット500も90度回転に対して不变となるよう、設計される。例えば、図5Aに示されるように、ターゲット500の第6ターゲット構造のパターン要素512a、512b、512c、および512dは、第6ターゲット構造がその対称中心110を中心とする90度回転に対して不变となるよう配列される。

## 【0042】

他の態様において、ターゲット500の個別のパターン要素は、各パターン要素（例えば、502a～502d、504a～504d、その他）が個別のパターン要素の対称中心112を中心とする180度回転に対して不变となるよう、設計される。再び、500のパターン要素は、個別のパターン要素の対称中心112を中心とする90度回転に対して不变ではない。したがって、ターゲット400の場合と同様に、単一のパターン要素（例えば、502a）はXオーバーレイおよびYオーバーレイの両方を測定するためには利用され得ない。そのため、個別のパターン要素のそれぞれは、XオーバーレイまたはYオーバーレイのいずれかを測定するために利用され得る。例えば、ターゲット500のターゲット構造は、1つのペア（502aおよび502c）がXオーバーレイ測定のために指定され1つのペア（502bおよび502d）がYオーバーレイ測定のために指定された、2つのペアのパターン要素を含む。ターゲット400の場合と同様に、図5に示されるパターン要素の形状は、本発明の実装に対して好適である、パターン要素の個別の対称中心を中心とする180度回転対称を有する（しかし90度回転対称は形成しない）他のパターン要素形状が多数存在することが認識されるべきであるため、限定を表すものではない。

## 【0043】

一般的な意味において、共通の対称中心110を中心とするターゲット構造に対する90度回転対称を形成する一方で、個別のパターン要素（例えば、502a～512d）に対する各パターン要素対称中心112を中心とする180度回転対称（しかし、90度回転対称は形成しない）を形成する、任意のパターン要素およびターゲット構造方式が本発明を実装することに対して好適となり得る。この理由のために、図5に示されるターゲット構造およびパターン要素方式は、単に例示としてのみ解釈されるべきであり、限定と考えられるべきではない。

## 【0044】

図5Bは、本発明の代替的な実施形態に係る、オーバーレイターゲット501の上面図を示す。上記で説明されたオーバーレイターゲットと同様に、多層ターゲット501は、各ターゲット構造が2つ以上のパターン要素を含む3つ以上のターゲット構造を備え得る。例えば、図5Bに示されるように、オーバーレイターゲット501は、各ターゲット構造が4つのパターン要素を含む6つのターゲット構造を含み得る。例えば、図5Bに示されるように、第1構造はパターン要素514a、514b、514c、および514dを、第2構造はパターン要素516a、516b、516c、および516dを、第3構造

はパターン要素 518a、518b、518c、および518dを、以下同様にその他を、含み得る。再び、全般的に、ターゲット 501 の所与の構造（すなわち、第 1、第 2、第 3～第 N 構造）は、2 つのパターン要素から第 N パターン要素まで（第 N パターンは含まれる）を含み得る。

【0045】

図 5 A と対比して、オーバーレイターゲット 501 は 180 度に対しては不变となるが 90 度に対しては不变とならないよう設計される。このように、ターゲット 501 のターゲット構造のそれぞれは、それぞれのターゲット構造が少なくとも共通の対称中心 110 を中心とする 180 度回転に対して不变となり、その結果、ターゲット 501 も 180 度回転に対して不变となるよう、設計される。例えば、図 5 B に示されるように、ターゲット 501 の第 6 ターゲット構造のパターン要素 524a、524b、524c、および 524d は、第 6 ターゲット構造がその対称中心 110 を中心とする 180 度回転（しかし 90 度回転ではない）に対して不变となるよう配列される。出願人は、オーバーレイターゲット 501 を構成するターゲット構造のそれぞれが必ずしも 180 度回転対称に限定される必要がないことを注記する。例えば、図 5 B に示されるように、パターン要素 518a、518b、518c、および 518d の配列が 90 度回転不变ターゲット構造を形成することに注意すべきである。一方、図 5 B に示されるように、6 つのターゲット構造の組み合わせは、残りのターゲット構造が 90 度回転対称を有さないため、90 度回転対称は有さないが 180 度回転対称を有する、オーバーレイターゲット 501 を形成する。

【0046】

一般的な意味において、共通の対称中心 110 を中心とするターゲット構造に対する 180 度回転対称を形成する一方で、個別のパターン要素（例えば、514a～524d）に対する各パターン要素対称中心 112 を中心とする 180 度回転対称を形成する、任意のパターン要素およびターゲット構造方式が本発明を実装することに対して好適となり得る。この理由のために、図 5 B に示されるターゲット構造およびパターン要素方式は、単に例示としてのみ解釈されるべきであり、限定と考えられるべきではない。

【0047】

図 6 は、本発明の代替的な実施形態に係る、オーバーレイターゲット 600 の上面図を示す。本明細書において上述のオーバーレイターゲットの様々な実施形態の 1 つまたは複数のターゲット構造は、オーバーレイ計測測定プロセスにおける実装に対して好適である十分なコントラストを欠き得ることが認識される。所与のオーバーレイターゲット 600 の 1 つまたは複数のターゲット構造が、全ターゲット構造表面積を増加させることにより、強化され得、その結果、強化されたターゲット構造の情報内容が増加され得ることが考えられる。例えば、所与のターゲット構造に含まれるパターン要素の個数は所与のターゲット構造のコントラストレベルにより決定され得る。例えば、図 6 に示されるように、ターゲット 600 の第 1 構造は望ましいレベルよりもより低いコントラストレベルを有し得る。そのため、ターゲットの設計者は、ターゲット構造に対して付加的なパターン要素を含めることにより、コントラストを増強し得る。このように、ターゲット 600 の第 1 ターゲット構造は、ターゲット 600 の残りのターゲット構造における 2 つのみのパターン要素とは異なり、4 つの全体的パターン要素 602a、602b、602c、および 602d を含む。

【0048】

所与のターゲット構造のコントラストを増強するために利用される付加的なパターン要素が所与のターゲットに対する設計ルールのセット全体に準拠するよう設計されるべきことも認識される。そのため、付加的なパターン要素は、上述のターゲット 300、400、500、および 501 と一貫する方法で、全体的なターゲット構造および個別のパターン要素に課せられる対称要件に準拠するべきである。

【0049】

例えば、図 6 に示されるように、パターン要素 602a、602b、602c、および 602d は、ターゲット 600 全体の対称中心 110 を中心とする 180 度回転対称を保

10

20

30

40

50

持する。その結果、ターゲット 600 は、本明細書において上述のターゲット 300、400、および 501 と同様の方法で、対称中心 110 を中心とする 180 度回転対称を保持するであろう。さらに、図 6 にも示されるように、パターン要素 602a、602b、602c、および 602d は、本明細書において上述のターゲット 200 と一貫した方法で、個別のパターン要素の対称中心を中心とする 90 度回転対称を保持する。

#### 【0050】

図 7 は、本発明の代替的な実施形態に係る、オーバーレイターゲット 700 の上面図を示す。ターゲット 700 の各ターゲット構造が情報内容（すなわち、コントラスト）の適切なレベルを達成するに必要であるパターン要素の個数を含み得ることがここで考えられる。このように、1 つまたは複数のターゲット構造の情報内容は、コントラストが欠けるターゲット構造の全ターゲット構造面積を増加させることにより、満足され得る。例えば、図 7 に示されるように、ターゲット 700 の第 1 構造、第 2 構造、第 3 構造、および第 4 構造は、異なる程度の情報欠損を有し得る。そのため、設計者は、この欠損を埋め合わせるために各ターゲット構造のパターン要素の個数を調整し得る。例えば、最も低いコントラストレベルを有する第 1 構造は、12 個のパターン要素 702a、702b、702c、702d、702e、702f、702g、702h、702i、702j、702k、および 702l を含み得る。同様に、第 2 構造および第 3 構造は、同様のコントラストレベル必要性を有し得、それぞれは 8 つの全体的パターン要素を含む。第 2 構造は 704a、704b、704c、704d、704e、704f、704g、および 704h を含む一方で、第 3 構造は 706a、706b、706c、および 706d を含む。対比的に、ターゲット 700 の第 4 ターゲット構造はコントラスト増強をわずかしか要求せず、または余剰情報内容を有し得る。このように、第 4 表面構造に対して通常指定される表面積は、これらの不足するターゲット構造におけるコントラストを増強する一方でオーバーレイターゲット 700 に対する全表面積要件を満足するために、他のターゲット構造のうちの 1 つに再分配され得る。例えば、第 4 ターゲット構造は、4 つのみのターゲットパターン要素 708a、708b、708c、および 708d を含み得る。

#### 【0051】

オーバーレイターゲット 700 のターゲット構造のコントラストを増強するために利用される付加的なパターン要素が所与のターゲットに対する設計ルールのセット全体に準拠するよう設計されるべきことも認識される。そのため、付加的なパターン要素は、上述のターゲット 400、500、および 501 と一貫する方法で、全体的なターゲット構造および個別のパターン要素に課せられる対称要件に準拠すべきである。

#### 【0052】

例えば、図 7 に示されるように、第 2 ターゲット構造のパターン要素 704a～704h は、ターゲット 700 全体の対称中心 110 を中心とする 90 度回転対称を保持する一方で、第 4 ターゲット構造のパターン要素 708a～708d は対称中心 110 を中心とする 180 度回転対称を有する。その結果、ターゲット 700 は、本明細書において上述のターゲット 400 および 501 と同様の方法で、少なくとも対称中心 110 を中心とする 180 度回転対称を保持するであろう。付加的パターン要素を上述のように利用することは、オーバーレイターゲットが図 5A に示されるターゲット 500 と同様の 90 度回転対称を有するよう実装され得ることもさらに認識される。

#### 【0053】

さらに、図 7 にも示されるように、個別のパターン要素 702a～702l、704a～704h、706a～706h、および 708a～708d は、それぞれが、本明細書において上述のターゲット 400、500、および 501 の場合と一貫した方法で、それぞれの個別のパターン要素の対称中心を中心として 180 度回転対称である。

#### 【0054】

図 8 は、本発明の代替的な実施形態に係る、ダミーフィル 801 が存在する場合におけるオーバーレイターゲット 800 の上面図を示す。X オーバーレイ測定および Y オーバーレイ測定が異なるパターン要素を利用して実行されるオーバーレイターゲット 400、5

10

20

30

40

50

00、および501は、ダミーフィル801が存在する場合におけるオーバーレイ計測測定処理を可能にすることが認識されるべきである。例えば、図8は、ダミーフィル801が存在する場合において実装されたオーバーレイターゲット800を示す。例えば、オーバーレイターゲット800は、各ターゲット構造が4つのパターン要素を含む6つのターゲット構造を含む。このように、第1構造はパターン要素802a～802dを含み、第2構造はパターン要素804a～804dを含み、第3構造はパターン要素806a～806dを含み、第4構造はパターン要素808a～808dを含み、第5構造はパターン要素810a～810dを含み、第6構造はパターン要素812a～812dを含む。さらに、図8の例において、各構造のパターン要素のうちの2つがXオーバーレイ測定のために指定される（例えば、802a、806a、または810a）一方で、各ターゲット構造の残りの2つのパターン要素がYオーバーレイ測定のために指定される（例えば、812d、808d、または804d）ことが指摘される。  
10

#### 【0055】

さらなる実施形態において、ターゲット800のパターン要素（例えば、802a～812d）は、それぞれが複数のサブ要素803を含む。例えば、図8に示されるように、各パターン要素（例えば、802a～812d）は、3つの平行である薄い長方形状であり且つ周期的に離間するサブ要素803を含み得る。図8に示されるサブ要素803の形状および配列が限定を表すものではなく、むしろ例示であるとして解釈されるべきであることに注意すべきである。  
20

#### 【0056】

ダミーフィル801が、図8により示されるようにオーバーレイターゲット800の上方または下方にプリントされた周期的な格子構造から構成され得ることがさらに認識される。

#### 【0057】

さらなる実施形態において、各構造の各パターン要素（例えば、802a～812d）のサブ要素803は、ダミーフィル801構造の格子構造に対して直交方向に整列され得る。この点に関して、ダミーフィル801の線はサブ要素803構造の線に対して直行する。出願人は、パターン要素（例えば、802a～812d）のサブ要素803をダミーフィル構造801に対して直交させることにより、所与のオーバーレイターゲットの計測信号が下側にあるダミーフィル構造801からの情報により混交される危険性が緩和されることを注記する。  
30

#### 【0058】

本明細書において上述のターゲット400および501の場合と同様に、オーバーレイターゲット800がそのターゲットの構成要素であるターゲット構造の共通の対称中心を中心とする180度回転対称を有する一方で、ターゲット800の個別のパターン要素（例えば、802a～812d）が各個別のパターン要素の対称中心を中心とする180度回転対称を有することがさらに認識される。

#### 【0059】

さらなる実施形態において、パターン要素（例えば、802a～812d）のサブ要素803の、ダミーフィル構造801の、またはその両方の周期は、計測システムを実装するためには適であるよりも低い解像度から構成され得る。特に、1次から-1次の回折次数は、計測システムの撮像システムの対象のアーチャの外部に落ち得る。ターゲット800の計測信号がダミーフィルパターン801からの信号と混交する危険性がさらに緩和されるため、この特徴はダミーフィル構造の場合に特に有利であることがここで認識される。  
40

#### 【0060】

図9は、本発明の代替的な実施形態に係る、ダミーフィル801が存在する場合におけるオーバーレイターゲット900の上面図を示す。ターゲット900は、同等の対称要件を有する他にも、パターン要素およびダミーフィルが直交する配向を有するという点で、ターゲット800と同様である。一方、ターゲット900は、計測処理における実装に好  
50

適である正方形寸法ターゲットを示す。

【0061】

図10は、本発明の代替的な実施形態に係る、ダミーフィル801が存在する場合におけるオーバーレイターゲット1000の上面図を示す。ターゲット1000は、同等の対称要件を有する他にも、パターン要素およびダミーフィルが直交する配向を有するという点で、ターゲット800と同様である。一方、ターゲット1000は、図6および図7に関する本明細書で上述のコントラスト増強の実装を示す。さらに、図10はオーバーレイターゲット1000の中心に配置された取得マーク1001を示す。取得マーク1001を利用することにより、所与の計測ツールの視野域の中心にターゲットを位置決めするために、ターゲット中心の概略位置が特定され得る。

10

【0062】

全般に図11および図12を参照すると、コントラスト増強に好適であるシステム1100および1200が本発明にしたがって説明される。本発明のシステム1100および1200は、本明細書において上述の様々な多層ターゲットの実装を可能にし得ることがここで考えられる。本発明の多層ターゲットに関連する1つの制限は、測定構造が小さいことに関連する情報内容（すなわち、コントラストレベル）の欠損が生じ得ることを含む。システム1100および1200は、本発明の様々な多層ターゲットの1つまたは複数のターゲット構造における低コントラストの存在を抑制するために、増強されたコントラストレベルを提供することを目的とするものである。システム1100は、本発明の多層ターゲットのターゲット構造に関連する1つまたは複数の測定構造に関連するコントラストレベルを増強するために、構造化された照明の利用を目的とするものである。さらに、システム1200は、本発明の多層ターゲットのターゲット構造に関連する1つまたは複数の測定構造に関連するコントラストレベルを増強するために、交差偏光の利用を目的とするものである。

20

【0063】

本発明のシステム1100および1200は、既存の光学計測システムの適応または再構成から構成され得る（しかし必ずしも構成されるとは限らない）ことがここで考えられる。例えば、本発明は、KLA-Tencor社Archer100オーバーレイ制御システムを適用することから構成され得る。例えば、システム1200の場合、第1直線偏光器が従来のシステム（例えば、Archer100システム）の照明経路に挿入される一方で、第2直線偏光器が従来のシステムの撮像経路内に配置され得る。システム1100の場合、アーチャが従来のシステム（例えば、Archer100システム）の照明経路の瞳面に挿入され得る。本発明がArcher100システムの適用に限定されず、むしろ上記の説明は単に例示としてのみ解釈されるべきことが認識されるべきである。本発明は広範な種類の顕微鏡検査およびオーバーレイ計測システムに適用され得ることが期待される。

30

【0064】

図11を参照すると、多層オーバーレイ計測ターゲットのコントラスト増強に好適であるシステム1100は、照明源1102と、アーチャ1104と、ビームスプリッタ1108と、1つまたは複数の試料1114（例えば、ウエハロットの1つまたは複数のウエハ）から反射された光を受容するよう構成された検出器1110とを備え得る。

40

【0065】

システム1100の照明源1102は当該技術分野において既知である任意の照明源を含み得る。1つの実施形態において、照明源1102は広帯域光源（例えば、白色光源）を含み得る。例えば、照明源1102はハロゲン光源（HLS：halogen light source）を含み得るが、これに限定されない。例えば、ハロゲン光源はタンゲステンベースのハロゲンランプを含み得るが、これに限定されない。他の例において、照明源1102はキセノンアークランプを含み得る。

【0066】

本発明の他の態様においては、システム1100のビームスプリッタ1108は、照明

50

源 1102 から発する光ビームを、アーチャを通過した後に、対物経路 1112 および基準経路 1113 の 2 つの経路に分割し得る。この意味において、システム 100 の対物経路 1112 および基準経路 1113 は、2 ビーム干渉光学システムの 1 部分を形成し得る。例えば、ビームスプリッタ 1108 は、照明経路 1115 からの光ビームの第 1 部分を対物経路 1112 に沿って誘導する一方で照明経路 1115 からの光ビームの第 2 部分が基準経路 1113 に沿って伝達されることを可能にし得る。さらに詳細には、ビームスプリッタ 1108 は、照明源 1102 から発する光の 1 部分を、アーチャ 1104 を通過した後に、試料ステージ 1118 上に配置された試料 1114 の表面に（例えば、対物経路 1112 を介して）誘導し得る。さらに、ビームスプリッタ 1108 は、照明源 1102 から発する光の第 2 部分を基準経路 1113 の構成部品に伝達し得る。例えば、ビームスプリッタ 1108 は照明経路 1115 からの光の 1 部分を基準経路 1113 に沿って基準ミラー（図示せず）に伝達し得る。当業者は、当該技術分野において既知である任意のビームスプリッタが、本発明の 1 ビームスプリッタ 1108 として実装されるために好適であることを認識すべきである。10

#### 【0067】

基準経路 1113 が、基準ミラー、基準対物レンズ、および基準経路 1113 を選択的に遮蔽するよう構成されたシャッターを含み得るがこれらに限定されないことは、当業者には明白であるべきである。一般的な意味において 2 ビーム干渉光学システムがリニク干渉計として構成され得る。リニク干渉分光法は 1989 年 4 月 4 日に発行された米国特許第 4,818,110 号および 2001 年 1 月 9 日に発行された米国特許第 6,172,349 号において概説されている。なお、これらの特許は参考することにより本明細書に援用される。20

#### 【0068】

他の実施形態において、システム 1100 は主要対物レンズ 1109 を備え得る。主要対物レンズ 1109 は試料ステージ 1118 上に配置された試料 1114 の表面へと光を対物経路 1112 に沿って誘導することを支援し得る。例えば、ビームスプリッタ 1108 は、照明源 1102 から発する光ビーム 1115 の 1 部分を、アーチャ 1104 を通過した後に、対物経路 1112 に沿って誘導し得る。ビームスプリッタ 1108 による分割処理の後、主要対物レンズ 1109 は 1 次光軸 1107 と同一線上にある対物経路 1112 からの光を試料 1114 の表面上に合焦させ得る。一般的な意味において、当該技術分野において既知である任意の対物レンズが本発明の主要対物レンズ 1109 として実装されることに対して好適である。30

#### 【0069】

さらに、試料 1114 の表面上に当たる光の 1 部分は、試料 1114 により反射され、対物レンズ 1109 およびビームスプリッタ 1108 を介して 1 次光軸 1107 に沿って検出器 1110 に向かって誘導され得る。中間レンズ、付加的なビームスプリッタ（例えば、光の 1 部分を合焦システムに分岐させるよう構成されたビームスプリッタ）、および撮像レンズ 1106 等の中間光学装置が対物レンズ 1109 と検出器 1110 の撮像面との間に配置され得ることがさらに認識されるべきである。40

#### 【0070】

本発明の他の態様において、システム 100 の検出器 1110 は、システム 1100 の 1 次光軸 1107 に沿って配置され得る。この点に関して、カメラ 1110 が試料 1114 の表面からの画像データを収集するよう構成され得る。例えば、一般的な意味において、試料 1114 の表面から反射された後、光は、主要対物レンズ 1109 およびビームスプリッタ 1108 を介して 1 次光軸 1107 に沿って検出器 1110 の撮像面へと伝わり得る。当該技術分野において既知である任意の検出器システムが本発明における実装に対して好適であることを認識すべきである。例えば、検出器 1110 は電荷結合素子（CCD : charge coupled device）に基づくカメラシステムを含み得る。他の例として、検出器 1110 は時間遅延積分（TDI : time delay integration）-CCD に基づくカメラシステムを含み得る。さらなる態様において

て、検出器 1110 はコンピュータシステム（図示せず）と通信可能に連結され得る。この点に関して、デジタル化された画像データは、有線信号（例えば、銅線、光ファイバケーブル、等）または無線信号（例えば、無線RF信号）等の信号を介して、検出器 1110 からコンピュータシステムに伝達され得る。

【0071】

上記の説明は、システム 1100 の 1 次光軸 1107 に沿って配置されるものとして検出器 110 を説明するが、この特徴は要件として解釈されるべきではない。検出器 1110 はシステム 1100 の付加的な光軸に沿って存在し得ることがここで考えられる。例えば、一般的な意味において、1つまたは複数の付加的なビームスプリッタが、試料 1114 の表面から反射された光の1部分の進路を変更させ、対物経路 1112 に沿って付加的な光軸へと伝えるために利用され得る。なお、この付加的な光軸は対物経路 1112 に対して平行ではない。カメラ 1110 は、その付加的な光軸に沿って伝わる光がカメラ 1110 の撮像面に当たるよう、配列され得る。

【0072】

本発明の1つの態様において、アーチャ 1104 は照明経路 1115 の瞳面に配置され得る。この点に関して、アーチャ 1104 は、照明源 1102 から発する照明の所定の照射角を選択するために良好に画成された形状を有するよう構成され得る。照射角は検出器 1110 の撮像面において選択されたコントラストレベルを達成するよう選択される。

【0073】

1つの実施形態において、アーチャは1つの幾何学的形状を、または複数の幾何学的形状の組み合わせを、有し得る。例えば、アーチャは「X」形状または「十字」形状を有し得る。他の例において、アーチャはリング形状を有し得る。これらの形状が回折光学素子を介して達成され得ることがここでさらに認識される。

【0074】

他の実施形態において、照明経路は複数のアーチャを含み得る。この点に関して、複数のアーチャのうちの1つは、特定のスタックおよびターゲット設計に対するコントラストレベルを最適化するために、レシピトレーニングの間に選択され得る。このことが試行錯誤方法を利用して実行され得ることがここで認識される。他の実施形態において、アーチャ 1104 は可変アーチャを含み得る。例えば、アーチャ 1104 は、複数の選択可能な照明構造を形成するためにユーザによりプログラムされ得る可変アーチャから構成され得る。この点に関して、プログラムされた可変アーチャは、特定のスタックまたはターゲット設計に対してコントラストを最適化するための方法で調節され得る。例えば、可変アーチャはマイクロミラーアレイを含み得るが、これに限定されない。

【0075】

図 12 を参照すると、多層オーバーレイ計測ターゲットのコントラスト増強に好適であるシステム 1200 は、照明源 1202 と、第 1 偏光器 1204 と、ビームスプリッタ 1206 と、第 2 偏光器 1208 と、1つまたは複数の試料 1212（例えば、ウエハロットの1つまたは複数のウエハ）から反射された光を受容するよう構成された検出器 1210 とを備え得る。

【0076】

照明源 1202、ビームスプリッタ 1206、1210 の検出器、試料ステージ 1214、および基準経路 1216 は、システム 1100 の照明源 1102、ビームスプリッタ 1108、1110 の検出器、試料ステージ 1118、および 1113 の基準経路と同様であることがここで認識される。そのため、システム 1100 の説明は、別記する場合を除き、システム 1200 にも適用されると解釈されるべきである。

【0077】

1つの態様において、第 1 偏光器 1204 は照明源 1202 から発する光を偏光させるよう配列される。例えば、第 1 の 1204 は、照明源 1202 から発する光が第 1 偏光器 1204 により偏光され得るよう、照明経路 1205 に沿って配置され得る。

10

20

30

40

50

## 【0078】

他の態様において、第2偏光器1208は、試料1202から反射された光に対する分析器として機能するよう配列され得る。この点に関して、第1偏光器1204および第2偏光器1208は、検出器1210の撮像面に到達する、試料1212の未パターン化された部分から、または試料1212の周期的な未識別パターンから、反射された光の量が最小化されるよう、構成され得る。1つの実施形態において、第1偏光器1204および第2偏光器1208の両方は直線偏光器を含み得る。直線偏光器の場合、第1偏光器1204および第2偏光器1208は、それらの偏光軸が相互に対し実質的に直交するよう、配列され得る。この構成の結果、検出器1210の撮像面に到達する反射光の大部分は計測ツールにより識別された試料のパターンから反射された光から構成されることとなり、それにより、コントラストが顕著に増強される。さらに他においては、第1偏光器1204は径方向偏光された光のみを伝達するよう構成された偏光器を含み得る一方で、第2偏光器は方位角偏光した光のみを伝達するよう構成される。

10

## 【0079】

試料1212の未パターン化された部分からの信号は他の様々な方法で最小化され得ることがさらに認識されるべきである。例えば、波長板および偏光器の組み合わせが上述の結果を達成するために実装され得ることがここで認識される。例えば、第1偏光器1204と第1偏光器に対して45度に配向された第1の1/4波長板（図示せず）が照明経路1205において配置され得る一方で、第2偏光器1208と第2偏光器に対して45度に配向された第2の1/4波長板（図示せず）が撮像経路1209に沿って配置され得る。当業者は、この配列を利用することにより検出器1210の撮像面に到達する試料1212の未パターン化された部分から反射された光の量が最小化されることを認識するであろう。

20

## 【0080】

上述の交差偏光効果を作る偏光器および波長板（例えば、1/2波長板）の任意の組合せが本発明における実装に対して好適となり得ることがさらに認識される。

## 【0081】

システム1100および1200がコントラストレベルを増強するために組み合わせて利用され得ることがここでさらに考えられる。この点に関して、本発明は、ターゲットの対称点において強度がより低いレベルとなることを確保するために利用され得る。構造化された照明および交差偏光の組み合わせに関する本発明の態様が、図13に示された照明瞳を利用することにより実装され得ることがここで認識される。例えば、好適な照明瞳は、十字形状1302、垂直線形状1304（例えば、Y方向）、または水平線形状1306（例えば、X方向）を有し得る。さらに、照明瞳1302、1304、および1306は、照明偏光器および撮像偏光器と組み合わせて実装され得る。第1の実施形態において、照明瞳1302～1306は、システムの照明経路（例えば、1115または1205）内に配置されたX偏光器およびシステムの撮像経路（例えば、1107または1207）内に配置されたY偏光器と協調して実装され得る。第2の実施形態において、照明瞳1302～1306は、システムの照明経路内に配置されたY偏光器およびシステムの撮像経路内に配置されたX偏光器と協調して実装され得る。

30

## 【0082】

本明細書で説明されるシステムおよび方法の全部は、本方法の実施形態の1つまたは複数のステップの結果を記憶媒体に記憶することを含み得る。これらの結果は、本明細書で説明される結果のうちのいずれかを含み得、当該技術分野において任意の既知の方法で記憶され得る。記憶媒体は、本明細書で説明される任意の記憶媒体、または当該技術分野において既知である任意の他の好適な記憶媒体を含み得る。結果が記憶された後、結果は、記憶媒体においてアクセスされること、本明細書において説明される方法またはシステムの実施例のいずれかにより用いられること、ユーザに表示するためにフォーマットされること、任意のソフトウェアモジュール、方法、またはシステム、その他により用いられること、が可能である。さらに、結果は、「永久的」、「半永久的」、一時的、または何ら

40

50

かの時間的期間にわたり記憶され得る。例えば、記憶媒体はランダムアクセスメモリ (R A M : r a n d o m a c c e s s m e m o r y ) であり得、結果は、記憶媒体内で必ずしも無期限に持続するとは限らない。

#### 【 0 0 8 3 】

当業者は、本明細書において説明されたプロセスおよび／またはシステムおよび／または他の技術が実施され得る様々な手段（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）が存在すること、および好適な手段はプロセスおよび／またはシステムおよび／または他の技術が用いられる状況とともに変化するであろうことを理解するであろう。例えば、開発者が速度および正確度が重要であると判断した場合、開発者は主にハードウェアおよび／またはファームウェア手段を選択すればよく、代替的に、柔軟性が重要である場合、開発者は主にソフトウェア実装を選択すればよい。あるいは、再び代替的に、開発者はハードウェア、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すればよい。したがって、本明細書において説明されたプロセスおよび／または装置および／または他の技術が実施され得るいくつかの可能な手段が存在し、そのうちのいずれかが、利用される任意の手段は、その手段が用いられるであろう状況および開発者の特定の問題（例えば、速度、柔軟性、または予測可能性。なお、これらの問題のいずれもが変化し得る）に依存する選択であるという意味で、他の手段に対して本質的に優位であるということはない。当業者は、これらの実装の光学的な態様が、通常、適当な形のハードウェア、ソフトウェア、および／またはファームウェアを用い得ることを認識するであろう。

#### 【 0 0 8 4 】

当業者は、装置および／または処理を本明細書において説明された方法で説明すること、および、その後、技術的手法を用いて係る説明された装置および／またはプロセスをデータ処理システムに統合することが、当該技術分野において一般的であることを認識するであろう。すなわち、装置および／またはプロセスの少なくとも1部分は、適切な量の実験を経た後、データ処理システムに統合することが可能である。典型的なデータ処理システムが、1つまたは複数のシステムユニット筐体、ビデオディスプレイ装置、揮発性メモリならびに不揮発性メモリ等のメモリ、マイクロプロセッサならびにデジタル・シグナル・プロセッサ等のプロセッサ、オペレーティングシステム、ドライバ、グラフィカル・ユーザ・インターフェース、ならびにアプリケーションプログラム等の計算実体、タッチパッドまたはスクリーン等の1つまたは複数の相互作用装置、および／またはフィードバックループならびに制御モータ（例えば、位置および／または速度を検出するためのフィードバック、および構成品の移動および／または調節および／または量を調節するための制御モータ）を含む制御システムを、一般に含むことを認識するであろう。典型的なデータ処理システムは、データ演算／通信および／またはネットワーク演算／通信システムにおいて一般的に見られる構成品等の、任意の好適な市販の構成品を利用して実装され得る。

#### 【 0 0 8 5 】

本明細書において説明された主題は、異なる他の構成品に含まれた、または異なる他の構成品と接続された、異なる構成品を示す場合もある。このように示された構造が単に例示的であり、実際には、同一の機能を達成する他の多数の構造が実装され得ることが、理解されるであろう。概念的な意味では、同一の機能を達成するための構成品の任意の配列は、所望の機能が達成されるよう、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された2つの構成品は、構造または中間構成品に関わらず、所望の機能が達成されるよう、相互に「関連付け」られたものとみなされ得る。同様に、そのように関連付けられた任意の2つの構成品は、所望の機能を達成するために相互に対し「接続」または「連結」されたものとみなされ得、このように関連付けられ得る任意の2つの構成品は所望の機能を達成するために相互に対して「連結可能」であるともみなされ得る。連結可能の具体例は、物理的に結合可能であるおよび／または物理的に相互作用可能である構成品、および／または無線により相互作用可能であるおよび／または無線により相互作用する構成品、および／または論理的に相互作用するおよび／または論理的

10

20

30

40

50

に相互作用可能な構成品を含むが、これに限定されない。

【0086】

本明細書において説明された主題に係る特定の態様が図示および説明されてきたが、当業者は、本明細書の教示に基づいて、本明細書において説明された主題およびその広範な態様から逸脱することなく様々な変更例および修正例が可能であること、したがって、添付の請求項は、本明細書において説明された主題の真の精神および範囲に含まれる係る変更例および修正例をその範囲において含むものであることを、当業者は理解するであろう。

【0087】

本発明の特定の実施形態が例示されてきたが、本発明の様々な修正例および実施形態が前述の開示の範囲および精神から逸脱することなく当業者によって可能であることは明白である。したがって、本発明の範囲は本明細書に添付される請求項によってのみ限定されるべきである。

【0088】

本開示および本開示に付随する特長は前述の説明により理解されると考えられ、様々な変更例が、開示された主題から逸脱することなく、またはその物質的特長の必ずしも全部を犠牲にすることなく、これらの構成品の形態、構成、および配列において可能であることは明白であろう。説明された形態は単に説明的であり、係る変更例を含むことは以下の請求項の意図するところであろう。

【0089】

さらに、本発明が添付の請求項により定められることを理解すべきである。

10

20

【図1A】

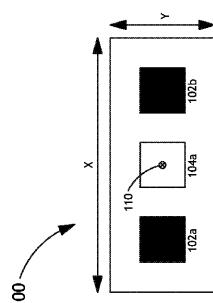


FIG.1A

【図1B】

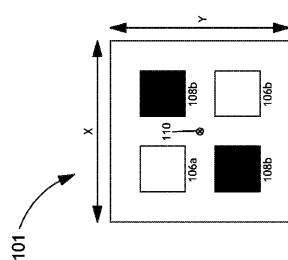


FIG.1B

【図2A】

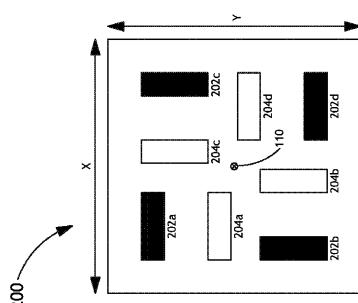


FIG.2A

【図2B】

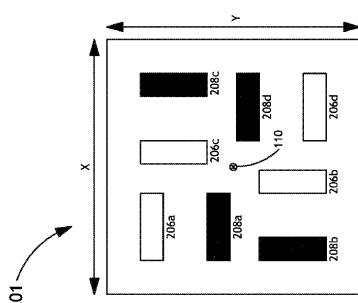


FIG.2B

【図3】

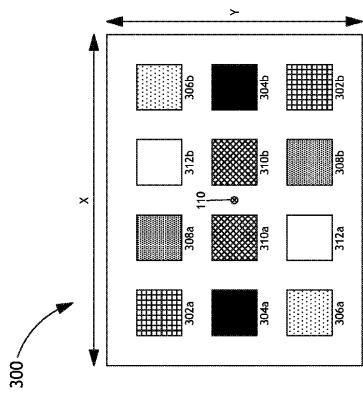


FIG.3

【 义 4 】

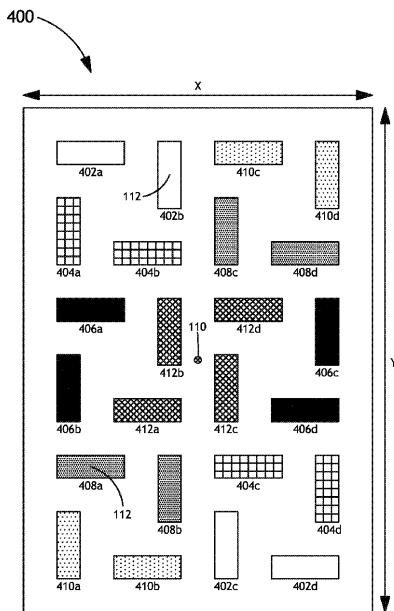


FIG.4

【図5A】

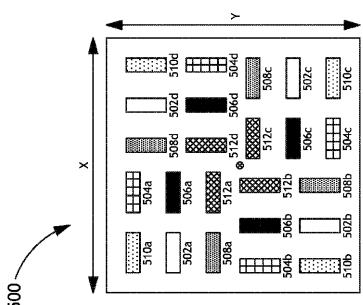


FIG. 5A

【図5B】

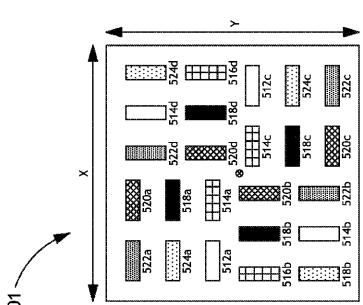


FIG. 5B

【 义 6 】

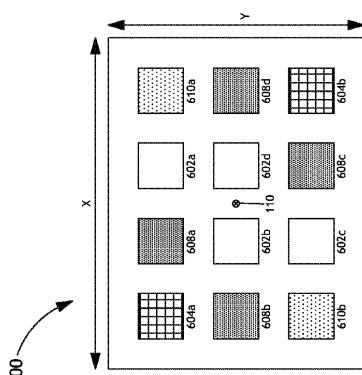


FIG. 6

( 义 7 )

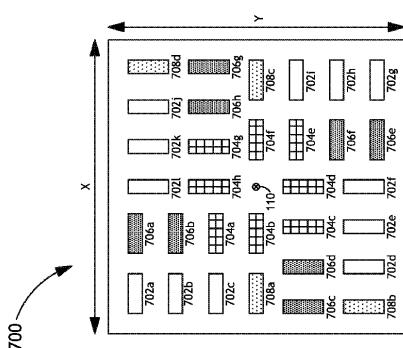
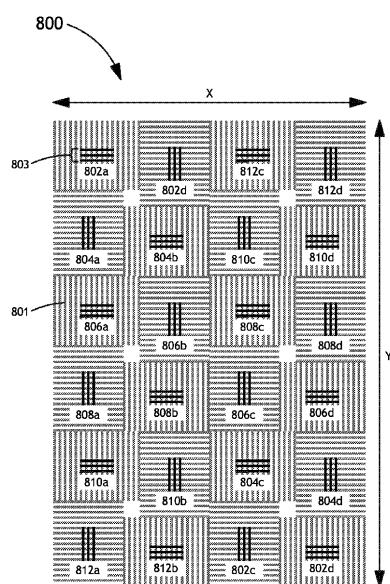


FIG. 7

【図8】



【図9】

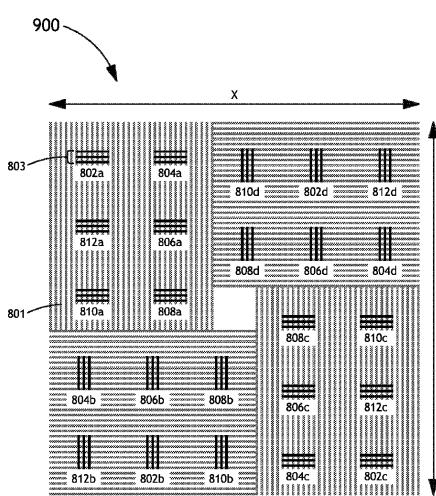
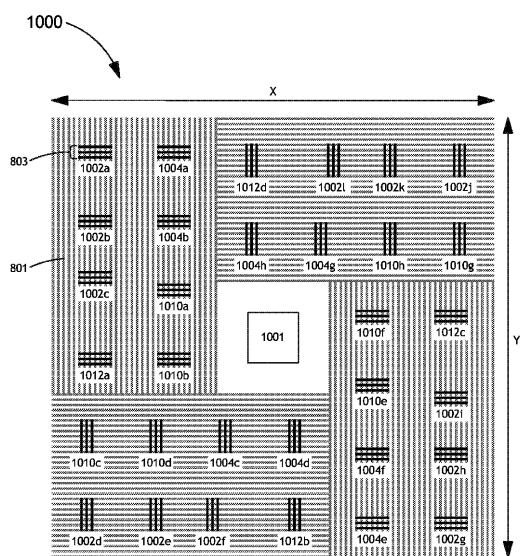


FIG.9

FIG.8

【図10】



【図11】

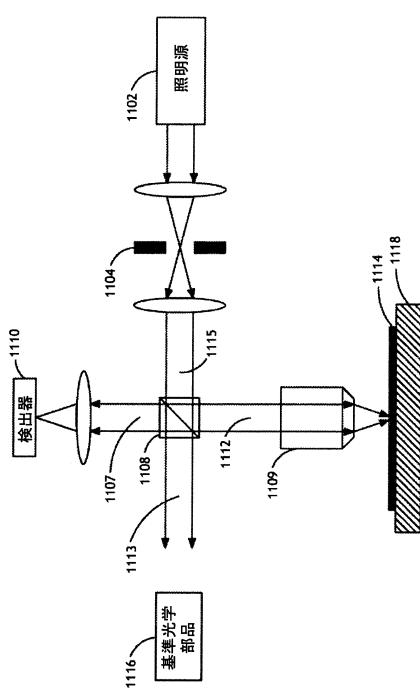
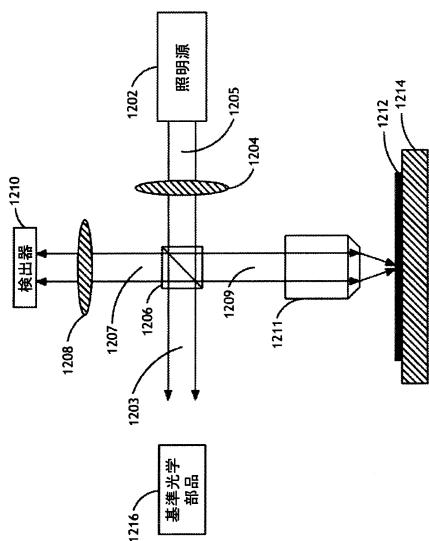


FIG.10

【図 1 2】



【図 1 3 A】

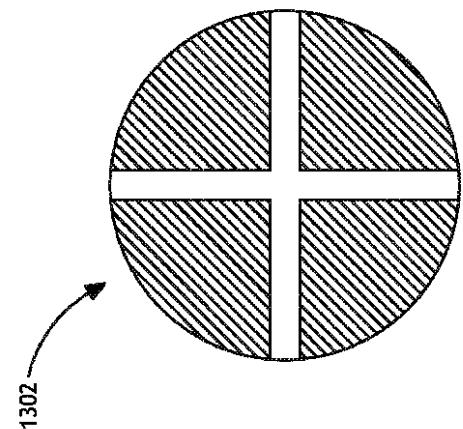


FIG. 13A

【図 1 3 B】

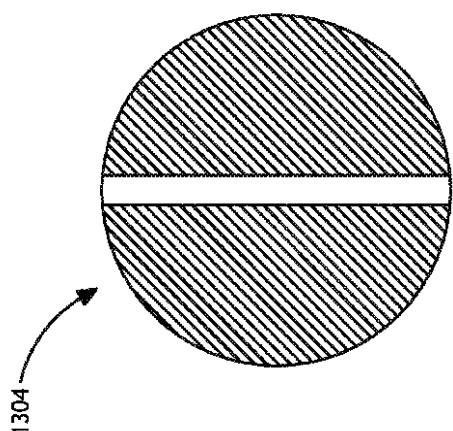


FIG. 13B

【図 1 3 C】

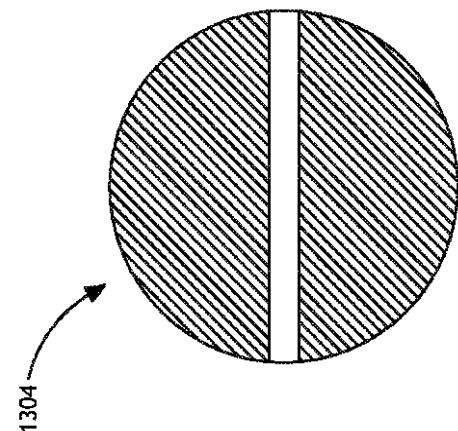


FIG. 13C

---

フロントページの続き

(72)発明者 コーヘン ガイ  
イスラエル ヤード ミスガウ ディー エヌ

審査官 中村 直行

(56)参考文献 特開2000-294487(JP, A)  
特表2009-514230(JP, A)  
特表2009-500863(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 01 L 21/027  
G 03 F 9/00