

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6320387号  
(P6320387)

(45) 発行日 平成30年5月9日 (2018.5.9)

(24) 登録日 平成30年4月13日 (2018.4.13)

(51) Int. Cl.	F I
<b>G O 3 F 9/00 (2006.01)</b>	G O 3 F 9/00 H
<b>G O 1 B 15/00 (2006.01)</b>	G O 1 B 15/00 K
<b>G O 1 B 11/00 (2006.01)</b>	G O 1 B 11/00 H

請求項の数 20 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2015-531199 (P2015-531199)	(73) 特許権者	500049141
(86) (22) 出願日	平成25年9月5日 (2013.9.5)		ケーエルエーテンカー コーポレイショ ン
(65) 公表番号	特表2015-532733 (P2015-532733A)		アメリカ合衆国、95035、カリフォル ニア州、ミルピタス、ワン テクノロジイ ドライブ
(43) 公表日	平成27年11月12日 (2015.11.12)		
(86) 国際出願番号	PCT/US2013/058278	(74) 代理人	110001210
(87) 国際公開番号	W02014/039689		特許業務法人 Y K I 国際特許事務所
(87) 国際公開日	平成26年3月13日 (2014.3.13)	(72) 発明者	アミール ヌリエル
審査請求日	平成28年9月5日 (2016.9.5)		イスラエル セイント ヨクナーム ヤー デン ストリート 34
(31) 優先権主張番号	61/697,503		
(32) 優先日	平成24年9月6日 (2012.9.6)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
(31) 優先権主張番号	13/776,550		
(32) 優先日	平成25年2月25日 (2013.2.25)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 埋設SEM構造オーバーレイ標的を用いたOVLのためのデバイス相関計測法 (DCM)

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

デバイスの実質的に同一平面上の2つの層間の相対的位置の測定に用いられる標的であって、前記実質的に同一平面上の2つの層の第2の層は、前記実質的に同一平面上の2つの層の第1の層上に配置され、前記標的は、

前記第1の層内に形成された第1の周期的構造であって、前記第1の周期的構造は、前記第1の層下の層中の構造を視認するための1つまたは複数の窓を含む、第1の周期的構造と、

前記第1の周期的構造内の前記第1の層内に形成された第1のデバイス様構造と、

前記第2の層内に形成された第2の周期的構造であって、前記第2の周期的構造は、前記第1の層内の前記第1の周期的構造の部分を視認するための1つまたは複数の窓を含む、第2の周期的構造と、

前記第2の周期的構造内の前記第2の層内に形成された第2のデバイス様構造と、を含み、

前記第1の周期的構造および第2の周期的構造および前記第1のデバイス様構造および第2のデバイス様構造は、前記第1の周期的構造および第2の周期的構造間の前記第1の層および前記第2の層の相対的位置の差と、前記第1のデバイス様構造および第2のデバイス様構造間の差とを測定することができるように、構成される、標的。

【請求項2】

10

20

第 1 のデバイス様構造および第 2 のデバイス様構造は、前記第 1 のデバイス様構造および前記第 2 のデバイス様構造間の相対的位置の差を限界寸法走査型電子顕微鏡 (C D - S E M) によって測定することができるように、構成される、請求項 1 に記載の標的。

【請求項 3】

前記第 1 のデバイス様構造および前記第 2 のデバイス様構造は、集積回路のデバイス要素とサイズおよびピッチがほぼ同じである要素を含む、請求項 1 に記載の標的。

【請求項 4】

前記第 1 のデバイス様構造および前記第 2 のデバイス様構造におけるピッチは、約 5 n m ~ 約 8 0 n m である、請求項 1 に記載の標的。

【請求項 5】

前記第 1 のデバイス様構造および前記第 2 のデバイス様構造における線幅は、約 2 n m ~ 約 4 0 n m である、請求項 1 に記載の標的。

【請求項 6】

前記第 1 のデバイス様構造および前記第 2 のデバイス様構造は、前記対応する周期的構造の中央部分にそれぞれ設けられる、請求項 1 に記載の標的。

【請求項 7】

前記第 1 の周期的構造および前記第 2 の周期的構造は、画像化オーバーレイ標的または散乱オーバーレイ標的として構成される、請求項 1 に記載の標的。

【請求項 8】

前記第 1 の周期的構造および前記第 2 の周期的構造は、光オーバーレイ測定のための要素を含む、請求項 1 に記載の標的。

【請求項 9】

前記第 1 の周期的構造および前記第 2 の周期的構造は散乱オーバーレイ標的として構成され、前記第 1 の周期的構造および前記第 2 の周期的構造におけるピッチは約 1 5 0 n m ~ 約 1 0 0 0 n m である、請求項 1 に記載の標的。

【請求項 1 0】

前記第 1 の周期的構造および前記第 2 の周期的構造は散乱オーバーレイ標的として構成され、前記第 1 の周期的構造および前記第 2 の周期的構造における線幅および間隔は約 5 0 n m ~ 約 7 0 0 n m である、請求項 1 に記載の標的。

【請求項 1 1】

前記第 1 の周期的構造および前記第 2 の周期的構造は画像化オーバーレイ標的として構成され、前記第 1 の周期的構造および前記第 2 の周期的構造におけるピッチは約 2 n m ~ 約 4 0 n m である、請求項 1 に記載の標的。

【請求項 1 2】

前記第 1 の周期的構造および前記第 2 の周期的構造は A I M ツールのための画像化オーバーレイ標的として構成され、前記第 1 の周期的構造および前記第 2 の周期的構造におけるピッチは 2 . 5 ミクロンを超える、請求項 1 に記載の標的。

【請求項 1 3】

デバイスの実質的に同一平面上の 2 つの層間の相対的位置の測定において用いられる標的であって、前記 2 つの層の第 2 の層は、前記 2 つの層の第 1 の層上に配置され、前記標的は、

前記第 1 の層内に形成された第 1 の周期的構造であって、前記第 1 の周期的構造は、前記第 1 の層下の層中の構造の部分を視認するための 1 つまたは複数の窓を含む、第 1 の周期的構造と、

前記第 2 の層内に形成された第 2 の周期的構造であって、前記第 2 の周期的構造は、前記第 1 の層内の前記第 1 の周期的構造の部分を視認するための 1 つまたは複数の窓を含む、第 2 の周期的構造と、  
を含み、

前記第 1 の周期的構造および第 2 の周期的構造は、前記第 1 の周期的構造および第 2 の周期的構造間の前記第 1 の層および前記第 2 の層の前記相対的位置の差を測定することが

10

20

30

40

50

できるように、構成される、  
標的。

【請求項 1 4】

前記第 1 の周期的構造および前記第 2 の周期的構造は、集積回路の要素とサイズおよびピッチがほぼ同じである要素を含む、請求項 1 3 に記載の標的。

【請求項 1 5】

前記第 1 の周期的構造および第 2 の周期的構造は、前記第 1 の周期的構造および第 2 の周期的構造間の前記第 1 の層および前記第 2 の層の前記相対的位置差を限界寸法走査型電子顕微鏡 (C D - S E M) によって測定することができるように、構成される、請求項 1 3 に記載の標的。

10

【請求項 1 6】

前記第 1 の周期的構造中の前記窓は、前記第 1 の層および前記第 2 の層の相対的位置の測定において用いられるように、前記第 2 の周期的構造中の対応する窓とアライメントするように構成される、請求項 1 3 に記載の標的。

【請求項 1 7】

第 1 の周期的構造を第 1 の層内に、前記第 1 の層下の層中の周期的構造の部分を視認するための 1 つまたは複数の窓と共に形成することと、

前記第 1 の周期的構造内の前記第 1 の層内に第 1 のデバイス様構造を形成することと、  
第 2 の周期的構造を前記第 1 の層上の第 2 の層内に形成することであって、前記第 2 の周期的構造は、前記第 1 の層内の前記周期的構造の部分を視認するための 1 つまたは複数の窓を含む、ことと、

20

前記第 2 の周期的構造内の前記第 2 の層内に第 2 のデバイス様構造を形成することと、  
を含み、

前記第 1 の周期的構造および第 2 の周期的構造は、前記第 1 の周期的構造および第 2 の周期的構造間の前記第 1 の層および前記第 2 の層の相対的位置の差を測定することができるように、構成される、

方法。

【請求項 1 8】

前記第 1 の周期的構造および前記第 1 のデバイス様構造間のシフトと、前記第 2 の周期的構造および前記第 2 のデバイス様構造間のシフトとを測定することをさらに含む、請求項 1 7 に記載の方法。

30

【請求項 1 9】

現像ステップの後、前記第 1 の周期的構造および前記第 2 の周期的構造を用いてオーバーレイ誤差を測定することをさらに含む、請求項 1 7 に記載の方法。

【請求項 2 0】

エッチングステップの後、前記第 1 の周期的構造および前記第 2 の周期的構造を用いてオーバーレイ誤差を測定することをさらに含む、請求項 1 7 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

40

優先権の主張

本出願は、共同所有された同時係属中の米国仮特許出願番号第 6 1 / 6 9 7 , 5 0 3 号 (Nur i e l A m i r らへ付与、出願日：2 0 1 2 年 9 月 6 日、名称：「D E V I C E C O R R E L A T E D M E T R O L O G Y ( D C M ) F O R O V L W I T H E M B E D D E D S E M S T R U C T U R E O V E R L A Y T A R G E T S 」) の非仮出願であり、同出願の優先権の恩恵を主張する。本明細書中、同出願の開示内容全体を参考のため援用する。

【0 0 0 2】

本発明の実施形態は、半導体製造プロセスにおいて用いられるオーバーレイ測定技術に関し、より詳細には、半導体デバイス要素を模倣する S E M 標的を用いた光オーバーレイ

50

標的を用いた半導体リソグラフィ用途のためのオーバーレイ計測法の装置および方法に関する。

【背景技術】

【0003】

半導体作製業界において、複数の層を基板上に作製することにより電子デバイスを生成することができ、これらの層のうち一部または全ては、多様な構造を含む。サンプルの多様な層間のアライメントまたはこのようなサンプルの特定の層内アライメントを制御する必要がある。特定の層内および他の層内の構造に対するこのような構造の相対的位置は、完成した電子デバイスに関連し、また完成した電子デバイスの性能にとって重要である。このようなサンプル内の構造の相対的位置は、一般的にオーバーレイと呼ばれる。

10

【0004】

サンプル上の連続するパターン層間のオーバーレイ誤差の測定は、集積回路およびデバイスの製造において用いられる最も重要なプロセス制御技術のうちの1つである。オーバーレイ精度は、第1のパターン層の上または下に配置された第2のパターン層に対する第1のパターン層のアライメント精度の決定と、同一層上に配置された第2のパターンに対する第1のパターンのアライメント精度の決定とに主に関連する。

【0005】

オーバーレイ測定のための多様な技術およびプロセスが開発および利用されているが、その成功の度合いはさまざまである。一般的に、オーバーレイ測定は、層中にエッチングされた試験パターンと共に行われる。これらの試験パターンの画像を画像化ツールによって取得することができ、分析アルゴリズムを用いて、取得された画像からのパターンの相対的変位を計算する。最も一般的に用いられているオーバーレイ標的パターンの1つとして、「ボックスインボックス」標的がある。「ボックスインボックス」標的は、ウェーハの連続する層上の隣接ダイ間のスクライブ線中に構築された一対の同心の四角形（またはボックス）を含む。オーバーレイ誤差は一般的には、1つの四角形的位置を別の四角形に相対して比較することにより、決定される。オーバーレイ標的パターンの別の例として、複数の平行なバーをウェーハの連続する層上に含む「バーインバー」標的がある。

20

【0006】

オーバーレイ標的パターンの別の例として、グレーチング型標的がある。この標的は通常、第1の周期的試験構造および第2の周期的試験構造を含む。第2の層が第1の層上に配置されると、第1の周期的試験構造はデバイスの第1の層の上に配置され、第2の周期的構造は、第1の周期的試験構造に隣接するデバイスの第2の層上に配置される。第1の周期的試験構造と第2の周期的試験構造との間に発生し得るオフセットを全て、光学的に、マイクロメカニカル的にまたは電子ビームにより検出することができる。このようなグレーチング型の標的（「AIM」マークと呼ばれる場合もある）は、「ボックス」型マークよりも高密度およびロバストであるため、より多くのプロセス情報が収集され、また、CMPの厳しさに耐えることが可能な標的構造も得られる。このようなマークの使用について、例えば、Adeleら（同一譲受人に譲渡された米国特許第6,023,338号、6,921,916号および6,985,618号）に記載がある。本明細書中、これらの3つの文献全てを参考のため援用する。

30

40

【0007】

さらに、オーバーレイ計測法の基本として放射散乱を用いるため、に研究が為されてきている。散乱測定からオーバーレイを決定するためのいくつかの既存のアプローチの場合、測定されたスペクトルと計算理論スペクトルとの間の比較をモデル形状プロファイル、オーバーレイおよび膜スタックおよび材料光特性に基づいて行うかまたは較正ウェーハからの基準信号に対する比較を行う場合が多い。あるいは、サブ光学マルチセル標的の多様な実行も用いられている。

【0008】

オーバーレイ測定の精度は、 $2 \times$  および  $1 \times nm$  のプロセスノードにおける高度集積回路製造における未だオーバーレイ計測法における大きな問題の1つである。精度について

50

の大きな問題の1つとして、オーバーレイ標的のオーバーレイと実際のデバイスのオーバーレイとの間のバイアスがある。業界において、降伏線の端部のみにおいてみられかつオーバーレイ計測法ではインラインで検出されないオーバーレイ偏位を用いることが公知である。このような歩留まり損失は、従来のオーバーレイ標的では検出できないデバイスバイアスに対する標的の変化に起因して発生し得ることがいくつかの事例において分かっている。業界において、実際のデバイスオーバーレイを確認するためのいくつかの方法が実行されている。例えば、先行層を保護する酸化物からデバイスをデキャップした後、限界寸法走査型光学顕微鏡法(CD-SEM)により、実際のデバイスオーバーレイを直接測定することができる。別の例として、デバイスの断面を行い、走査型電子顕微鏡(SEM)またはTEM(透過型電子顕微鏡)により直接実際のオーバーレイを測定する。電気試験も、デバイス様試験構造オーバーレイを抵抗測定から計算する際に用いられている。しかし、いずれの方法においても制限があるため、測定精度の増大が可能な向上したオーバーレイ測定技術または方法を開発するための研究が現在も続いている。

10

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0009】

本開示の局面によれば、デバイスの実質的に同一平面上の2つの層間の相対的位置の測定に用いられる標的は、第1の層内の第1の周期的構造を、第1の層下の層中の周期的構造の部分を視認するための1つまたは複数の窓と共に含む。第1のデバイス様構造は、第1の周期的構造内の第1の層内に形成される。第2の周期的構造は、第1の層上の第2の層内において、第1の層内の周期的構造の部分を視認するための1つまたは複数の窓と共に形成される。第2のデバイス様構造が、第2の周期的構造内の第2の層内に形成される。第1の周期的構造および第2の周期的構造ならびに第1のデバイス様構造および第2のデバイス様構造は、第1の周期的構造および第2の周期的構造間の第1の層および第2の層の相対的位置の差と、第1のデバイス様構造および第2のデバイス様構造間の差とを測定することができるように、構成される。

20

【0010】

本開示のさらなる局面によれば、デバイスの実質的に同一平面上の2つの層間の相対的位置の測定に用いられる標的は、第1の層内に形成された第1の周期的構造と、第1の層上の第2の層内に形成された第2の周期的構造とを含む。第1の周期的構造は、第1の層下の層内の構造の部分を視認するための1つまたは複数の窓を含む。第2の周期的構造は、第1の層内の第1の周期的構造の部分を視認するための1つまたは複数の窓を含む。第1の周期的構造および第2の周期的構造は、第1の周期的構造および第2の周期的構造間の第1の層および第2の層の相対的位置の差を測定できるように、構成される。

30

【0011】

本開示のさらなる局面によれば、方法は、第1の周期的構造を第1の層内に第1の層下の層中の周期的構造の部分を視認するための1つまたは複数の窓と共に形成することを含み得る。第1のデバイス様構造は、第1の周期的構造内の第1の層内に形成され得る。第2の周期的構造は、第1の層上の第2の層内に形成され得る。第2の周期的構造は、第1の層内の周期的構造の部分を視認するための1つまたは複数の窓を含む。第2のデバイス様構造は、第2の周期的構造内の第2の層内に形成され得る。

40

【0012】

本発明の目的および利点は、以下の詳細な説明および添付図面を参照すれば、明らかとなる。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1A】本開示の一実施形態による、オーバーレイ測定のためのオーバーレイ標的の模式図である。

【図1B】本開示の一実施形態による、オーバーレイ測定のためのオーバーレイ標的の模式図である。

50

【図 1 C】本開示の一実施形態による、オーバーレイ測定のためのオーバーレイ標的の上面図である。

【図 2】本開示の一実施形態による、オーバーレイ測定のためのオーバーレイ標的の一部としてのデバイス様マークの上面図である。

【図 3 A】本開示の一実施形態による、オーバーレイ測定のためのオーバーレイ標的の模式図である。

【図 3 B】本開示の一実施形態による、オーバーレイ測定のためのオーバーレイ標的の模式図である。

【図 3 C】本開示の一実施形態による、オーバーレイ測定のためのオーバーレイ標的の上面図である。

10

【図 4】本開示の一実施形態による、ハイブリッドオーバーレイ標的内の光オーバーレイマークを測定する際に用いることが可能な光オーバーレイ測定システムまたは計測ツールの例の簡単な図である。

【図 5】本開示に従ってハイブリッドオーバーレイ標的を用いてオーバーレイ測定を行う方法のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下の詳細な説明は、例示目的のために多数の特定の詳細を含むが、当業者であれば、以下の詳細の多数の改変例および変更例が本発明の範囲内であることを理解するであろう。よって、以下に述べる本発明の例示的な実施形態は、特許請求の範囲の一般性を失うことなくかつ特許請求の範囲を制限することなく記載される。さらに、本発明の実施形態の構成要素は多数の異なる方向に配置することが可能であるため、方向についての記載は、例示目的のために用いるものであり、制限的なものではない。他の実施形態が利用可能であり、構造的変更または論理的变化が本発明の範囲から逸脱することなく可能であることが理解されるべきである。

20

【0015】

本文書において、「a」および「an」という用語が用いられる場合、特許文書において共通するように、1つまたは複数のものを指す。本文書において、「または」という用語は、非排他的な「または」として用いられ、例えば、「AまたはB」の場合、他に明記無き限り、「BではなくA」、「AではなくB」および「AおよびB」を含む。よって、以下の詳細な説明は、限定的なものとしてとられるべきではなく、本発明の範囲は添付の特許請求の範囲によって規定される。「任意選択的」または「任意選択的に」とは、後述する状況が発生する場合もまたは発生しない場合もあり得るため、本記載は、は、当該状況が発生する場合および当該状況が発生しない場合を含む。例えば、デバイスが特徴Aを任意選択的に含む場合、特徴Aは存在してもしなくてもよい場合、当該記載は、デバイスが特徴Aを含む構造および構造特徴Aが存在しない構造双方を含む。

30

【0016】

オーバーレイマーク/標的のオーバーレイの測定によりデバイスの全く同じオーバーレイを達成するためには、実際にはいくつかの困難がある。1つの困難として、現在のオーバーレイ測定が実際のデバイスパターンにではなくオーバーレイ標的に行われる点がある。デバイスパターンの設計は前世代のオーバーレイ標的と異なるため、リソグラフィーの影響（例えば、画像配置誤差）および非リソグラフィーの影響（例えば、エッチングバイアス）は同一ではない。別の困難として、オーバーレイ測定が現像後検査（ADI）段階において行われる一方、実際のデバイスオーバーレイは、エッチング後検査（AEI）またはさらにはプロセスにおける後の時期に決定される。オーバーレイ標的環境も異なる。詳細には、オーバーレイ標的はスクライプ線内に配置される一方、デバイスパターンはダイ内に配置される。

40

【0017】

上記を鑑みて、本開示は、デバイス相関計測法（DCM）を導入する。本開示中に記載されるDCMの目的は、従来のオーバーレイ標的と高精度のデバイス様基準との間のオー

50

バーレイ間の差を測定し、この差を用いて、従来の方法によって得られたOVL値を修正することである。詳細には、DCMは、標的ベースのオーバーレイ結果とデバイスオーバーレイ問題との間のバイアスの定量化および解消のためのシステムチックなアプローチである。標的とデバイスとの間のバイアスをシステムチックに定量化するために、本開示の実施形態は、光オーバーレイ標的をCD-SEM（限界寸法-走査型電子顕微鏡）標的を模倣するデバイスと共に用いた新規のハイブリッド標的を開示する。以下に述べるハイブリッドオーバーレイ標的は、計測ツール（例えば、収差および照明）および/またはプロセス（例えば、ディッシングおよび浸食）に起因する不均一性のバランスをとるように、構成される。詳細には、ハイブリッドオーバーレイ標的は、実際のデバイス上に見受けられるプロセス影響を正確に表すように設計される。より詳細には、CD-SEMにより、全層のためのAEIにおける同一層上の標的およびデバイス間のバイアスと、ほとんどの場合におけるAEIおよび限られた場合（例えば、ダブルパターニング層）のためのADIにおける層間のオーバーレイとの測定が可能になる。直接的オーバーレイ測定をCD-SEMによって行った場合、光オーバーレイ測定との高相関が示される。この相関により、光学測定結果の精度の確認が支援され、また、この相関は、画像化AIM、AIMidオーバーレイおよび散乱オーバーレイ（SCOL）方法に適用することができる。

10

#### 【0018】

図1Aは、本開示の一実施形態によるオーバーレイ測定における第1の層中のハイブリッドオーバーレイ標的の模式図である。図1Bは、本開示の一実施形態によるオーバーレイ測定における第1の層上の第2の層内のハイブリッドオーバーレイ標的の模式図である。議論を簡潔にするために、ハイブリッドオーバーレイ標的について、基板の異なる層間のオーバーレイを測定する文脈において説明する。しかし、ハイブリッドオーバーレイ標的を用いて、基板の単一の層上の2つ以上の別個に生成されたパターンを測定することも可能である点に留意されたい。また、図1Aに関連する要素についての以下の記載は、図1B中の対応する要素にも適用される点にも留意されたい。

20

#### 【0019】

図1のハイブリッドオーバーレイ標的110は典型的には、集積回路がパターンされる場所と別個に設けられたスクライプ線内に設けられる。ハイブリッドオーバーレイ標的110は、外周によって規定される。この外周は典型的には、計測ツール制限および回路設計規則に基づく。例えば、外周の上限は、オーバーレイおよび/またはスクライプ線バジェットの測定に用いられる計測ツールの視野（FOV）によって設定され得る。FOVは一般的には、計測ツールを介した画像取得に利用することが可能な領域を規定する光学的外周を指す。スクライプ線バジェットは一般的には、スクライプ線によって得られる、オーバーレイ標的の配置に利用可能な空間を指す。外周の下限は、計測ツールによるマークの画像化に必要な最小の領域によって設定され得る。一般的には、外周は、オーバーレイ測定に用いられる情報量を最大化できるよう、できるだけ大きくすべきであると考えられている。外周のサイズおよび形状は、大幅に異なり得る。例えば、外周は、形状（例えば、四角形、円形、三角形、矩形、多角形）を形成し得る。外周のサイズは、使用される計測ツールに応じて約10～約100ミクロンにすることができる。

30

#### 【0020】

ハイブリッドオーバーレイ標的110は、光オーバーレイマークと、ハイブリッド標的110の中間に配置されたデバイス様オーバーレイマーク118とを含む。デバイス様オーバーレイマーク118は、サイズおよびピッチ（例えば、分離）が実際の集積回路の要素/構造とほぼ同じである要素（例えば、微細セグメント化線）を含み得る。例示目的のため、デバイス様マークにおけるピッチは、プロセスの許容範囲内において典型的には約5nm～約80nmとなる。デバイス様マークの線幅は、およそデバイス線のサイズであり得る（例えば、約2nm～40nm）。

40

#### 【0021】

図2は、ハイブリッドオーバーレイ標的110の中心に配置することが可能なデバイス様オーバーレイマーク118の一例を示す。図2中の異なる濃さの細線は、異なる層中の

50

標的である。詳細には、濃さの薄い線 2 1 0 は、デバイス様標的として第 1 の層内に印刷され得、濃さの濃い線 2 2 0 は、デバイス様標的として第 1 の層上に配置された第 2 の層内に印刷され得る。図 2 に示すように、デバイス様オーバーレイマークは、異なる層内のオーバーレイマーク 1 1 8 の部分が十分にアライメントされたときに第 2 の層内の何本かの線 2 2 0 の一部が第 2 の層内の線 2 1 0 の一部と相互に噛み合うように、構成され得る。デバイス様オーバーレイマーク 1 1 8 をハイブリッドオーバーレイ標的 1 1 0 内に設けることによる利点として、例えば C D - S E M によりデバイスオーバーレイの直接的測定の実行が可能になる点があり、その結果、光オーバーレイマークの場合よりも高精度が得られる。ハイブリッドオーバーレイ標的 1 1 0 の中間に設けられたデバイス様オーバーレイマーク 1 1 8 も、周囲のパターンによって保護されるため、研磨プロセスに対してよりロバストとなる。あるいは、デバイス様オーバーレイマーク 1 1 8 を ( 図 1 A に示すように光オーバーレイマーク内に埋設する代わりに ) 光オーバーレイマークの近隣のいずれかの箇所に配置してもよい。

#### 【 0 0 2 2 】

光オーバーレイ標的はより幅広の線を用いるため、ハイブリッドオーバーレイ標的 1 1 0 は、デバイス様マークに加えて光オーバーレイマークを含む。幅広の線は、細い線よりもより信頼性高く印刷される傾向があるため、C M P およびエッチング関連の劣化に起因するプロセス変動に対する耐性も高まる。光オーバーレイマークは、画像化オーバーレイ標的または散乱オーバーレイ標的であり得る。再度図 1 A を参照して、光オーバーレイマークは、複数の作業ゾーン 1 1 2 a , 1 1 2 b , 1 1 2 c および 1 1 2 d を含み得る。これらの作業ゾーンは、標的 1 1 0 の外周 ( 標的 1 1 0 の中心を除いて ) を分離および実質的に充填するように、構成され得る。作業ゾーン 1 1 2 a , 1 1 2 b , 1 1 2 c および 1 1 2 d は、光オーバーレイ測定によるウェーハの異なる層間のアライメントの計算に用いられる光オーバーレイマークの領域を示す。これらの作業ゾーンは空間的に相互に分離されているため、隣接する作業ゾーンの部分の重複が無くなる。これは典型的には、作業ゾーンそれぞれが計測ツールによって適切に確実に画像化されるように、行われる。例示目的のため、作業ゾーンのサイズは一般的には、4 つの作業ゾーンに対して約 2 ~ 約 2 4 ミクロンである。ほとんどの場合、作業ゾーンのサイズは、作業ゾーン数に逆比例する。作業ゾーンの形状は、各光オーバーレイマークの特定の要求に応じて異なり得る。例示目的のため、作業ゾーンは、四角形状、L 字型形状、矩形形状、三角形状、円形状、多角形状などを持ち得る。作業ゾーンの形状およびサイズは、相互に同一であり得る。

#### 【 0 0 2 3 】

光オーバーレイマークの作業ゾーン 1 1 2 のそれぞれは、個々の周期的構造を含む。これらの個々の周期的構造は、光オーバーレイ測定に用いられる情報量を増加させる複数の粗セグメント線 1 1 4 を含む。光オーバーレイマークは、オーバーレイを別個の 2 つの方向において測定するように、構成される。作業ゾーン 1 1 2 a および 1 1 2 c 中のセグメント線 1 1 4 は、1 方向 ( 例えば、図 2 中の水平方向 ) において方向付けられ得る。作業ゾーン 1 1 2 b および 1 1 2 d 中のセグメント線 1 1 4 は、別の方向 ( 例えば、図 2 中の垂直方向 ) において方向付けられ得る。ピッチ、線幅および間隔の寸法は、広範に変更可能である。例示目的のため、散乱オーバーレイマークのピッチの寸法は約 1 5 0 n m ~ 約 1 0 0 0 n m であり得、線幅および間隔の寸法はピッチの約 1 / 3 または 2 / 3 であり得る。例示目的のため、画像化オーバーレイマークのピッチの寸法は典型的には、画像化ツールの分解能未満であり、デバイスピッチと同じくらい小さくすることができる ( 例えば、約 2 n m ~ 約 4 0 n m ) 。特定の光オーバーレイツール ( 例えば、A I M ツール ) の場合、画像化オーバーレイマーク中のピッチは、相対的に大きくする必要がある ( 例えば、2 . 5 ミクロンよりも大きいピッチ ) 。加えて、1 つまたは複数の窓 / 開口部 1 1 6 は、各作業ゾーン上に形成され得る。窓 / 開口部 1 1 6 により、現在の層の下側の層中のパターン / セグメント線を現在の層を通じてオーバーレイ測定のために露出 / 視認される。

#### 【 0 0 2 4 】

図 1 A と同様に、ハイブリッドオーバーレイ標的 1 2 0 は、標的 1 2 0 の中央のデバイ

10

20

30

40

50



ス様オーバーレイマーク 1 2 8 と、4 つの作業ゾーン 1 2 2 a、1 2 2 b、1 2 2 c および 1 2 2 d を含む光オーバーレイマークとを含み得る。これらの作業ゾーンはそれぞれ、複数の粗セグメント線 1 2 4 を含む周期的構造を含む。第 2 の層セグメント化を第 1 の層セグメント化に対して垂直にすることにより、1 つの層の信号から他方の信号への影響を回避する。下側の層中のパターン / セグメント線を露出させるために、1 つまたは複数の開口部 1 2 6 を作業ゾーンそれぞれの上に形成する。

#### 【 0 0 2 5 】

図 1 C は、第 1 の層内の図 1 A のハイブリッドオーバーレイ標的 1 1 0 上に配置された第 2 の層内の図 1 B のハイブリッドオーバーレイ標的 1 2 0 を用いたオーバーレイ測定のためのオーバーレイ標的の上面図である。光オーバーレイマークに対して、隣接する作業ゾーン中の窓から視認して 1 つの作業ゾーン内のセグメント線を相互にアライメントさせることができる。例えば、作業ゾーン 1 2 2 b 中の粗セグメント線 1 2 4 は、作業ゾーン 1 2 2 a 中の窓 1 2 6 a を通じて視認される標的 1 1 0 の粗セグメント線 1 1 4 とアライメントされ得る。作業ゾーン 1 2 2 a 中の粗セグメント線 1 2 4 は、作業ゾーン 1 2 2 d 内の窓 1 2 6 を通じて視認される標的 1 1 0 の粗セグメント線 1 1 4 とアライメントされ得る。オーバーレイ測定および計算の詳細について、以下に述べる。

#### 【 0 0 2 6 】

図 3 A は、本開示の別の実施形態による、オーバーレイ測定のための第 1 の層内のハイブリッドオーバーレイ標的の模式図である。図 3 B は、本開示の別の実施形態による、オーバーレイ測定のための第 1 の層上の第 2 の層内のハイブリッドオーバーレイ標的の模式図である。図 3 C は、第 2 の層が第 1 の層上に配置された図 3 A および図 3 B のオーバーレイ標的の上面図である。図 3 A に関連する要素についての以下の記載は、図 3 B 中の対応する要素にも適用される点に留意されたい。

#### 【 0 0 2 7 】

図 1 A に関連して上述した実施形態と対照的に、図 3 A のオーバーレイ標的 4 1 0 は、4 つの作業ゾーン 4 1 2 a、4 1 2 b、4 1 2 c および 4 1 2 d を含む。これらの 4 つの作業ゾーン 4 1 2 a、4 1 2 b、4 1 2 c および 4 1 2 d は、微細セグメント化線 4 1 4 のみと、複数の大型隙間 4 1 6 とを含む。一例として、各作業ゾーンのサイズは、約  $4 \mu\text{m} \times 6 \mu\text{m}$  であり得る。微細セグメント化線 4 1 4 はデバイス様オーバーレイマークを形成し、微細セグメント化線 4 1 4 は、実際の集積回路の要素 / 構造とほぼ同じサイズおよびピッチ（例えば、分離）である。一例において、オーバーレイ標的 4 1 0 内のピッチは、約  $0.1 \mu\text{m}$  であり得る。隙間 4 1 6 により、下側の標的中の線パターンの視認が可能となる窓が得られる。隙間 4 1 6 はそれぞれ、幅が約  $0.8 \mu\text{m}$  であり得る。CD - SEM を用いて、標的 4 1 0 内の微細セグメント化線 4 1 4 が下側の標的内の微細セグメント化線と良好に整合しているかを測定することができる。微細セグメント化線 4 1 4 はオーバーレイ標的 4 1 0 の大部分の領域を充填するため、オーバーレイ測定のための領域がより大きな CD - SEM を提供することができる。その結果、標的内のいくつかの異なる場所において測定を行うことにより、ランダム誤差をフィルタリングすることが可能になる。

#### 【 0 0 2 8 】

加えて、隙間 4 1 6 をオーバーレイ測定のための光オーバーレイマークとして用いることができる。微細セグメント線 4 1 4 のピッチは光学画像化ツールの分解能よりも小さいため、個々の線 4 1 4 を画像化ツールによって検出することができない。しかし、隙間 4 1 6 はツール分解能よりも大きいいため、画像化ツールによる検出が可能である。そのため、隙間 4 1 6 を光オーバーレイマークとして用いて、1 本の標的線内の隙間 4 1 6 が下側の層内の標的内の隙間と良好に整合するかを測定することができる。図 3 A と同様に、ハイブリッドオーバーレイ標的 4 2 0 は、4 つの作業ゾーン 4 2 2 a、4 2 2 b、4 2 2 c および 4 2 2 d を微細セグメント線 4 2 4 および複数の大型隙間 4 2 6 と共に含む。

#### 【 0 0 2 9 】

図 3 C は、第 1 の層内の図 3 A のハイブリッドオーバーレイ標的 4 1 0 上に配置された

10

20

30

40

50

第2の層内の図3Bのハイブリッドオーバーレイ標的420を用いたオーバーレイ測定のためのオーバーレイ標的の上面図である。光オーバーレイマークに対して、同一作業ゾーン内の窓から視認して1つの作業ゾーン内のセグメント線を相互にアライメントさせることができる。例えば、作業ゾーン422b内の微細セグメント化線424bを、同一作業ゾーン内の窓/隙間426bを通じて視認して標的410からの微細セグメント化線414bとアライメントさせることができる。第2の層内の隙間は、第1の層内の対応する隙間とアライメントさせることができる。例えば、標的420からの隙間426bを標的410からの隙間416bとアライメントさせることができる。よって、隙間の幅が分解可能なくらいに十分に広い場合に、隙間416および426は、窓を提供するだけでなく、従来の光オーバーレイ測定のための簡便な標的としても機能することができる。例えば、図3Cに示すように、隙間416および426間の変位を従来の光学計測法オーバーレイツールを用いて測定することができる。

10

#### 【0030】

上記したように、デバイス様オーバーレイマーク上の絶対変位測定を高倍率顕微鏡（例えば、CD-SEM）を用いて測定することができる。光オーバーレイマークの測定のための複数の異なる技術が存在する。例示目的のため、図4は、上記した光オーバーレイマークを画像化を介して測定する際に用いることが可能な光オーバーレイ測定システムまたは計測ツールの一例の簡単な図である。画像化は、極めて発展した技術であり、多くのユーザに受容されており、構成要素もユーザにとって容易に入手可能である。光オーバーレイ測定システム320は、ウェーハ上に配置された1つまたは複数の光オーバーレイマーク322を介してオーバーレイ誤差を決定するように、配置することができる。ほとんどの場合において、光オーバーレイマーク322は、ウェーハ324のスクライプ線内に配置される。これは限定ではなく、標的位置は各デバイス設計の特定の要求に応じて変更可能である点に留意されたい。光オーバーレイ測定システム320は、光学アセンブリ326およびコンピュータ328を含み得る。光学アセンブリ326は、光オーバーレイマーク322の画像を取得するように、配置され得る。コンピュータは、例えば、取得された画像からのオーバーレイマーク322の要素（例えば、粗セグメント線）の相対的変位を適切なプログラミングを通じて計算するように、構成され得る。光学アセンブリ326は、第1の経路334に沿って光332を出射するように配置された光源330を含み得る。光332が第1のレンズ335に入射すると、光332が光ファイバー線336上に集束する。光332は、光ファイバー線336から出射した後、光332をコリメートするように配置された第2のレンズ338を通じて移動する。その後、コリメート光332は、ビームスプリッター340に到達するまで経路上を連続して移動する。ビームスプリッター340は、コリメート光を経路342上に方向付けるように配置される。経路342に沿って移動するコリメート光332が対物レンズ344に入射すると、光332がウェーハ324上に集束する。光332は、ウェーハ324から反射された後、対物レンズ344によって集光される。対物レンズ344によって集光された反射光332は一般的には、ウェーハ324の一部の画像（例えば、オーバーレイマーク322の画像）を含む。光332は、対物レンズ344から退出すると、ビームスプリッター340に到達するまで、経路342に沿って連続して移動する。対物レンズ344は、入射光を操作した様態と光学的に逆の様態で、集光された光を操作する。すなわち、対物レンズ344は、光332を再度コリメートし、光332をビームスプリッター340に向かって方向付ける。ビームスプリッター340は、光332を経路346上に方向付けるように配置される。その後、経路346上を連続移動している光332は、チューブレンズ350によって集光され、その結果、光332がカメラ352上に集束される。カメラは、ウェーハ324の画像（より詳細には、マーク322の画像）を記録する。例示目的のため、カメラ352は、電荷結合素子（CCD）、2次元CCDまたは線形CCDアレイであり得る。カメラ352は、記録された画像を電気信号に変換する。この電気信号は、コンピュータ328によって利用され得、コンピュータ328へ送られる。電気信号を受信した後、コンピュータ328は、画像のオーバーレイ誤差を計算した分析アルゴリズムを行う。分析アル

20

30

40

50

ゴリズムについて、以下に詳述する。

【0031】

システム320は、コンピュータ328と共に機能するフレーム取込み器354と、ウェーハ324からの画像を取得するカメラ352とをさらに含む。フレーム取込み器354を別個の構成要素として図示しているが、フレーム取込み器354をコンピュータ328の一部および/またはカメラ352の一部にしてもよい点に留意されたい。フレーム取込み器354は典型的には、標的取得および画像取込の2つの機能を有する。標的取得時において、フレーム取込み器354およびコンピュータ328は、ウェーハ段356と協働して、標的を集束状態に配置し、標的を計測ツールの視野(FOV)の中心にできるだけ近づけて配置する。ほとんどの場合、フレーム取込み器は、(例えば、オーバーレイの測定に用いられる画像ではなく)複数の画像を取り込み、段は、標的がX方向、Y方向およびZ方向に正確に配置されるまで、ウェーハをこれらの取込み期間において移動させる。理解されるように、X方向およびY方向は一般的には視野(FOV)に対応し、Z方向は一般的には集束に対応する。フレーム取込み器が標的の正確な位置を決定した後、これらの2つの機能のうち第2の機能が実行される(例えば、画像取込)。画像取込時において、フレーム取込み器354は、正しく配置された標的画像(すなわち、オーバーレイの決定に用いられる画像)を取得および保存するように、最終(単数または複数)を行う。

10

【0032】

画像の取込み後、登録誤差を決定するための情報を取込み画像から抽出する必要がある。抽出された情報は、デジタル情報または波形情報であり得る。その後、半導体ウェーハの多様な層間の登録誤差を決定するために、多様なアルゴリズムを用いることができる。例えば、周波数領域に基づいたアプローチ、空間領域に基づいたアプローチ、フーリエ変換アルゴリズム、ゼロ交差検出、相関および相互相関アルゴリズムなどを用いることが可能である。

20

【0033】

本明細書中に記載されるマーク(例えば、周期的構造を含むマーク)を介してオーバーレイを決定するために提案されるアルゴリズムは一般的には、いくつかのグループに分けられる。例えば、1つのグループは、位相回復に基づいた分析に関連し得る。位相回復に基づいた分析は、周波数領域に基づいたアプローチとも呼ばれることが多く、周期的構造の線に沿って画素を合計することにより作業ゾーンそれぞれを破壊することにより、1次元信号が生成されることが多い。利用可能な位相回復アルゴリズムの例について、米国特許第6,023,338号(Bareketへ発行)、米国特許第6,462,818号(Bareketへ発行)および米国特許第6,486,945号(Mieherへ発行)に記載がある。本明細書中、これらの文献全てを参考のため援用する。

30

【0034】

利用可能なさらに別の位相回復アルゴリズムについて、米国出願シリアル番号第09/697,025号(出願日:2000年10月26日)に記載がある。この出願も、参考のため本明細書中において援用する。本明細書中に開示される位相回復アルゴリズムは、信号を分解して、基本的信号周波数の1組の高調波にする。異なる高調波振幅および位相の定量的な比較を行うことにより、信号の対称性およびスペクトル内容について重要な情報が得られる。詳細には、(振幅が校正された)同一信号の第1高調波および第2高調波またはそれ以上の高調波間の位相差により、信号非対称性のレベルが測定される。このような非対称性への主要な貢献の発生源として、計測ツールにおける光学ミスアライメントおよび照明非対称性(ツールに起因するシフト)と、プロセスに起因する構造的特徴(ウェーハに起因するシフト)とがある。同一プロセス層上の視野の異なる部分から得られた信号の第1の高調波および第2の高調波の位相間のこの誤登録を比較することにより、計測ツールの光学収差についての独立した情報を得ることができる。最後に、所与の方向における測定からのこれらの誤登録と、ウェーハを180度だけ回転させた後に得られる測定とを比較することにより、非対称性に起因するツールに起因するシフトおよびウェーハに起因するシフトを分離することができる。

40

50

## 【 0 0 3 5 】

利用可能なさらに別の位相回復アルゴリズムとして、ウェーブレット分析がある。ウェーブレット分析は、上記に述べたものと若干類似しているが、ここで動的な窓が1次元信号上において移動しており、位相推定がより局所的な様態で行われる。これは、周期的構造のチャープの場合における用途において特に興味深い。

## 【 0 0 3 6 】

別のグループは、強度相関に基づいた方法に関連し得る。このアプローチにおいて、各プロセス層の対称中心は、1つの信号と、同一プロセス層からのマークの反対側部分からの逆信号との相互共分散を計算することにより、別個に発見される。

## 【 0 0 3 7 】

上記の技術は、例示目的のために記載したものであり、試験により良い成績が実証されている。オーバーレイ計算のための他の代替的なアルゴリズム方法を挙げると、オート&クロス相関技術、誤差相関技術、誤差最小化技術（例えば、絶対差の最小化、差の四角形の最小化、閾値ベースの技術（例えば、ゼロクロス検出およびピーク検出））の他の変更例がある。2つの1次元パターン間の最適な整合を探す際に用いることが可能な動的なプログラミングアルゴリズムも存在する。上記したように、分析アルゴリズムおよびアプローチを、上記した多様な光オーバーレイマーク全てに対して用いることが可能である。

## 【 0 0 3 8 】

重要なことに、上記の図および記載は限定ではなく、オーバーレイ画像システムは他の形態で具現化することが可能である点に留意されたい。例えば、オーバーレイ測定ツールは、ウェーハ表面上に形成されたオーバーレイマークの重要な局面を解決するように配置された複数の適切な公知の画像化または計測ツールのうちいずれかでよいことが企図される。例示目的のため、オーバーレイ測定ツールは、明視野画像化顕微鏡法、暗視野画像化顕微鏡法、フルスカイ画像化顕微鏡法、位相コントラスト顕微鏡法、偏光コントラスト顕微鏡法およびコヒーレンスプローブ顕微鏡法に合わせて適合され得る。また、単一および複数の画像方法を標的の画像取得において用いることが可能であることも企図される。これらの方法を挙げると、例えば、単一の取込み、二重取込み、単一の取込みコヒーレンスプローブ顕微鏡法（CPM）および二重取込みCPM方法がある。これらの種類のシステムは、例えば市販されているものである。例示目的のため、単一および複数の画像方法が、K L A - T e n c o r ( S a n J o s e , C a l i f o r n i a ) から入手可能であり得る。

## 【 0 0 3 9 】

上記したように、DCMは、オーバーレイ標的の測定されたオーバーレイと、実際のデバイスオーバーレイと比較した相対的シフトとの双方を考慮した実際のデバイスオーバーレイを報告する。DCMは基本的には、3つの主要構成要素を有する。

## 【 0 0 4 0 】

デバイス様マークを有するハイブリッドオーバーレイ標的の第1のDCM構成要素は、実際のデバイスと同様に挙動する。ピッチは、リソグラフィーおよび非リソグラフィー挙動双方における主要要素のうちの1つであるため、デバイス様オーバーレイマークを微細ピッチ（例えば400nm未満で）セグメント化することにより、デバイス様オーバーレイマークが光オーバーレイ計測ツールによって分解されないようにすることができる。好適には、ピッチは約15nm～約80nmである。大きなピッチと微細ピッチとの間においてバランスがとられる。大きなピッチは、プロセスにおいて（特に、プロセスの制御性が低いスクライプ線領域において）よりロバストである。微細ピッチを用いた場合、標的は、処理および測定時においてデバイスにより類似した挙動をとることができる。ハイブリッドオーバーレイ標的は、例えばその領域のうち90%を超える領域において、設計規則に適合し得る。設計規則的剛性を特に高度ノードおよび小型標的サイズと共に用いることにより、標的もダイそのものの内部に配置することが可能になる。

## 【 0 0 4 1 】

DCMの第2の構成要素として、オーバーレイ標的を正確に測定することがある。オー

10

20

30

40

50

バーレイマークが同一であっても、測定条件が異なれば、報告されるオーバーレイ値も異なり得る。例えば、波長選択が異なる場合、（特にオーバーレイ標的が（現在の層または先行層のいずれかについて）非対称性を示すときに）異なるオーバーレイ値が報告される場合がある。そのため、正確なオーバーレイを提供できるよう、測定レシピ内において規定される測定条件を最適化することが望ましい。例示目的のため、より正確なレシピまたは標的の決定のために、モデル残留物が用いられる場合が多い。精度の判断のための別の例として、非対称性への影響の定量的測定を可能にする Q m e r i t アルゴリズムがある。加えて、アルゴリズム（例えば、非対称性の修正および精度の向上が可能な A S C（アーチャー自己較正）アルゴリズムもある。正しいレシピを選択するためのさらなる例として、デバイス様オーバーレイマークを用いたハイブリッドオーバーレイ標的により A D I - A E I 間の整合を向上させることにより、測定精度を独立的に確認して、エッチングプロセスに起因するオーバーレイバイアスを回避する例もある。

#### 【 0 0 4 2 】

D C M の第 3 の構成要素として、（ A E I における）基準オーバーレイ測定と（ A D I における）オーバーレイ標的のオーバーレイ値との間のデルタを用いて、較正マップを高精度に測定および生成することがある。この較正マップを用いて、スキャナが差を補償しかつデバイスオーバーレイをより高精度に印刷することができるように、スキャナへの修正を変更することができる。基準 O V L 測定は、デキャップ後の C D - S E M 結果あるいは実際のデバイスの電気試験結果または断面結果によって行われ得る。デバイス様オーバーレイマークにより、プロセスに起因する影響（リソおよびエッチング）の測定が可能になり、これにより、同一層上のデバイス様マークと光オーバーレイマークとの間のシフトが発生する。このシフトを、以下の方程式（ 1 ）において用いられるように「現在 / 先行 A E I シフト」と呼ぶ。このシフトは、先行層および現在層双方において測定すべきであり、 A D I における光オーバーレイ測定とその結果得られるデバイスとの間の較正マップに導入され得る。較正マップ内の別の要素として、光学 A E I - A D I 測定間の差がある。較正マップは、以下の形態をとる。

#### 【 数 1 】

$$\text{Device AEI OVL} - \text{Target ADI OVL} = \text{Optical OVL}_{\text{Target}}(\text{AEI}) - (\text{Optical OVL}_{\text{Target}}(\text{ADI}) + \text{Previous AEI shift} + \text{Current AEI shift})$$

方程式（ 1 ）

#### 【 0 0 4 3 】

方程式（ 1 ）中に記載される方法は一般的であり、ほとんどの層に用いることが可能である。光学オーバーレイ標的の検証は、例えばエッチングプロセスにより先行層の導電性要素を除去および露出させるときまたは A E I の後数ステップ後に、C D - S E M によって A E I において行われ得る。デバイス様オーバーレイマークの検証は、C D - S E M によって A E I において測定することも可能である。

#### 【 0 0 4 4 】

図 5 は、本開示によるハイブリッドオーバーレイ標的を用いたオーバーレイ測定を行う方法のフローチャートを示す。方法 5 0 0 を用いて、デバイスの実質的に同一平面上の 2 つの層間の相対的位置の測定を行うことができる。5 0 2 において、光オーバーレイマークおよびデバイス様マークを含むハイブリッドオーバーレイ標的を基板上の層上に形成する。例示目的のため、第 1 のハイブリッドオーバーレイ標的は、例えば光学レチクルおよび従来のフォトリソグラフィーによりデバイスの第 1 の層内に形成され得る。第 2 のハイブリッドオーバーレイ標的は、第 1 の層上に設けられた第 2 の層内に例えばインプリントテンプレートにより形成され得る。5 0 4 において、例えば C D - S E M によって A E I においてまたは他のプロセスステップにおいて、デバイス様と第 1 の層内の光オーバーレイマークとの間のシフトを測定することができる。5 0 6 において、オーバーレイを光オーバーレイマークにより A D I において光学光オーバーレイツールを用いて測定することができる。光学計測法オーバーレイツールの一例として、アーチャー A I M 高度光オーバ

ーレイ計測ツール(KLA-Tencor Corporation(Milpitas、California))がある。

【0045】

508において、オーバーレイを光オーバーレイマークによりAEIにおいて光学ツールを用いて測定することができる。この測定は、パターンが存在するときまたはさらにはレジストへの露出後にプロセス中の点において行うことができる。510において、第2の層内のデバイス様と光オーバーレイマークとの間のシフトを、CD-SEMによってAEIにおいてまたは他のプロセスステップにおいて測定することができる。基板上の異なる位置においてとられるこのようなシフト測定を用いて、較正マップを生成することができる。上記したようなシフトデータを収集することにより、異なるプロセスステップを通じてシフトを展開することが可能になる。較正品質は、512においてライン監視により(例えば、標準的なADI監視および/または較正マップ品質確認を用いて)行うことができる。514において、較正品質が不十分である場合、新規の較正マップが生成され得る。較正品質が不十分ではない場合、さらなるライン監視が行われ得る。

10

【0046】

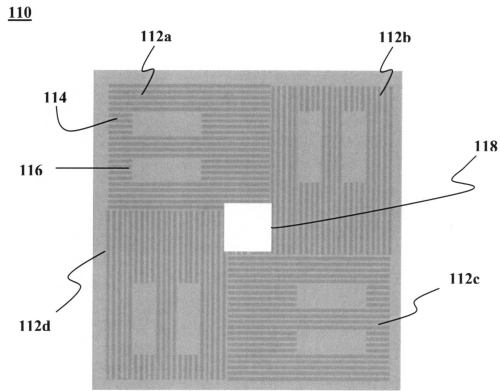
本開示の局面は、デバイスオーバーレイの高精度測定に用いることが可能な計測標的を提供する。デバイスオーバーレイをオーバーレイ計測標的の設計において考慮することにより、オーバーレイ計測法の速度および精度の向上につながる。速度および精度の向上により、デバイス歩留りの向上およびデバイスコストの低減が可能になる。

【0047】

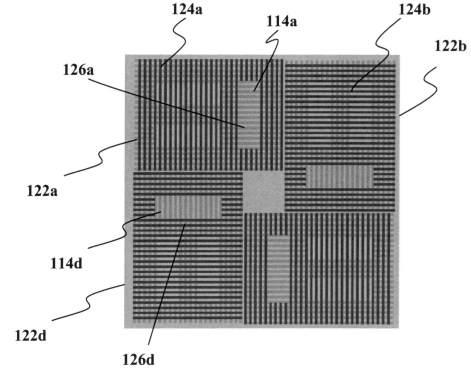
20

添付の特許請求の範囲は、このような限定が所与の請求項中において「～のための手段」という文言を用いて明示的に記載されていない限り、ミーンズプラスファンクション限定を含むものとして解釈されるべきではない。特定の機能を行う「ための手段」を明示的に記載していない特許請求の範囲中の任意の要素は、米国特許法第35巻第112条、第6項中に規定するような「手段」または「ステップ」として解釈されるべきではない。詳細には、本明細書中の特許請求の範囲において「ステップ」が用いられた場合、米国特許法第35巻第112条第6項の規定が適用されるものを意図していない。

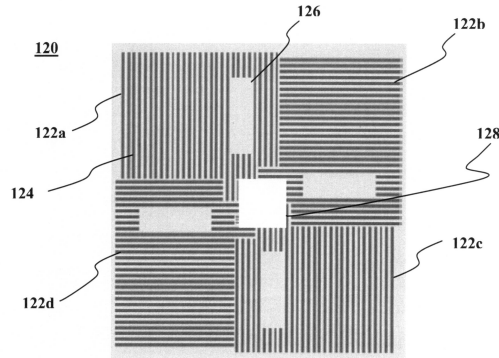
【図 1 A】



【図 1 C】



【図 1 B】



【図 2】

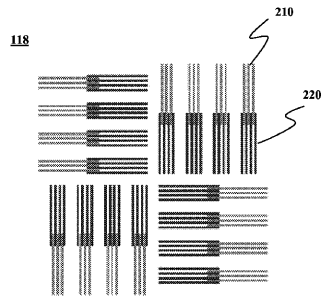
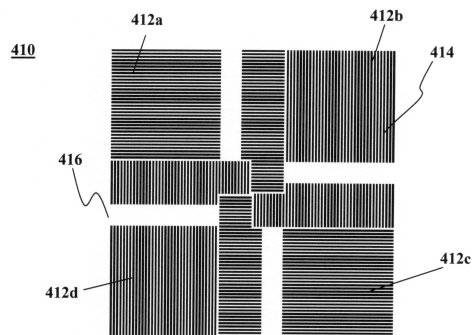
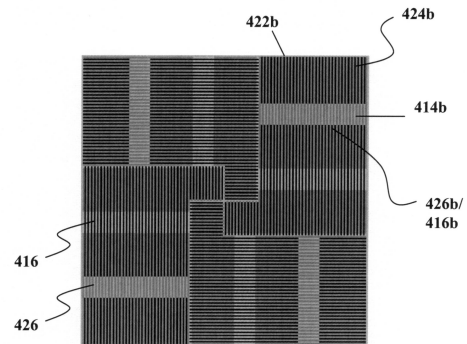


FIG. 2

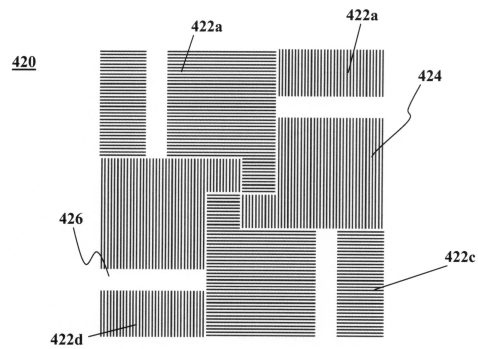
【図 3 A】



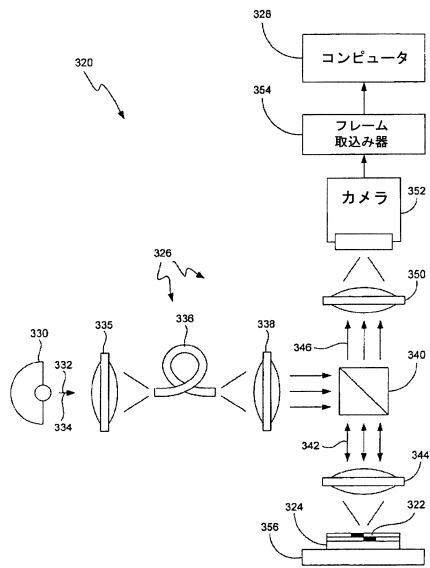
【図 3 C】



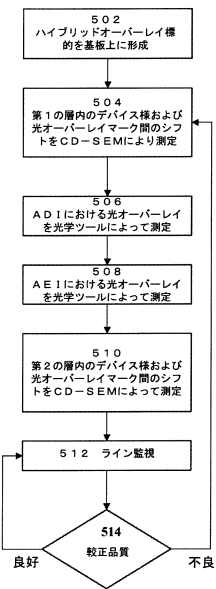
【図 3 B】



【図 4】



【図 5】





## フロントページの続き

- (72)発明者 チョイ ドンサブ  
大韓民国 ヨンギン シティ キュンギ プロビンス キフン - ク セオチェン - ドン ヒュンダ  
エ ホームタウン 102 - 501
- (72)発明者 イタズコヴィッチ タル  
イスラエル クファル ウリヤ クファル ウリヤ #10
- (72)発明者 カンデル ダニエル  
イスラエル アセレット ハーロン ストリート 2

審査官 新井 重雄

- (56)参考文献 国際公開第03/071471(WO, A1)  
米国特許出願公開第2003/0223630(US, A1)  
特開2004-279405(JP, A)  
国際公開第2005/079498(WO, A2)  
特開2008-218516(JP, A)  
特開平02-112223(JP, A)  
国際公開第2007/040855(WO, A1)  
米国特許出願公開第2007/0076205(US, A1)  
特開2009-200466(JP, A)  
国際公開第2006/007297(WO, A1)  
米国特許出願公開第2005/0286052(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03F 9/00  
G01B 11/00  
G01B 15/00  
H01L 21/027