

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7597947号

(P7597947)

(45)発行日 令和6年12月10日(2024.12.10)

(24)登録日 令和6年12月2日(2024.12.2)

(51)国際特許分類		F I			
G 0 3 F	9/00 (2006.01)	G 0 3 F	9/00	H	
G 0 1 B	11/03 (2006.01)	G 0 1 B	11/03	H	
H 0 1 L	21/66 (2006.01)	H 0 1 L	21/66	J	

請求項の数 8 (全18頁)

(21)出願番号	特願2023-555579(P2023-555579)	(73)特許権者	500049141 ケーエルエー コーポレーション アメリカ合衆国 カリフォルニア ミルピ タス ワン テクノロジー ドライブ
(86)(22)出願日	令和3年8月10日(2021.8.10)	(74)代理人	110001210 弁理士法人Y K I 国際特許事務所
(65)公表番号	特表2024-518226(P2024-518226 A)	(72)発明者	ハジャジ エイタン イスラエル アシュケロン ゴラニー ス トリート 28 ビー
(43)公表日	令和6年5月1日(2024.5.1)	(72)発明者	マナッセン アムノン イスラエル ハイファ ゴルダ メイア ス トリート 10
(86)国際出願番号	PCT/US2021/045292	(72)発明者	アイゼンバッハ シュロモ イスラエル クファー バインズ クファー バインズ 60
(87)国際公開番号	WO2022/225544		
(87)国際公開日	令和4年10月27日(2022.10.27)		
審査請求日	令和6年6月13日(2024.6.13)		
(31)優先権主張番号	63/176,888		
(32)優先日	令和3年4月20日(2021.4.20)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		
(31)優先権主張番号	17/351,137		
(32)優先日	令和3年6月17日(2021.6.17)		
	最終頁に続く		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 マルチ分解能オーバーレイ計測ターゲット

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも1つの半導体基板と、
前記少なくとも1つの基板の上に成膜された複数の薄膜層と、
前記薄膜層の少なくとも1つに形成されたオーバーレイターゲットと、を含む製品であ
って、前記オーバーレイターゲットが、
第1の対称中心を有する第1のサブターゲットであって、第1のライン幅を有する第
1のターゲット特徴物を含んだ、第1のサブターゲットと、
前記第1の対称中心と一致する第2の対称中心を有する第2のサブターゲットであ
って、前記第1のライン幅より大きい第2のライン幅を有し、前記第1のターゲット特徴物
に隣接するが重なっていない第2のターゲット特徴物を含んだ、第2のサブターゲットと
、を含み、前記第2のターゲット特徴物と前記第1のターゲット特徴物は同一形状を有し、
前記第1および第2のターゲット特徴物がライン状の特徴物を含んで正方形のフレームを
規定するように配置され、それによって前記第1のサブターゲットの正方形のフレームが
前記第2のサブターゲットの正方形のフレーム内に含まれるように構成され、または、前
記第1および第2のターゲット特徴物が、正方形の特徴物からなるそれぞれの行列を含む
製品。

【請求項2】

前記第1のサブターゲットが前記少なくとも1つの半導体基板の第1の領域に広がり、
前記第2のサブターゲットが前記少なくとも1つの半導体基板の第2の領域に広がり、前

10

20

記第 2 の領域が、前記第 1 の領域よりも大きく、前記第 1 の領域を含む、請求項 1 に記載の製品。

【請求項 3】

前記第 1 のサブターゲットが前記第 2 のサブターゲットに囲まれている、請求項 2 に記載の製品。

【請求項 4】

前記複数の薄膜層が、第 1 の層と、前記第 1 の層に重ねられた第 2 の層とを含み、前記第 1 のターゲット特徴物が、前記第 1 の層に形成された前記第 1 のターゲット特徴物からなる組と、前記第 2 の層に形成された前記第 1 のターゲット特徴物からなる組とを含み、前記第 2 のターゲット特徴物が、前記第 1 の層に形成された前記第 2 のターゲット特徴物からなる組と、前記第 2 の層に形成された前記第 2 のターゲット特徴物からなる組とを含む、請求項 1 に記載の製品。

10

【請求項 5】

オーバーレイ誤差を測定する方法であって、複数の薄膜層を少なくとも 1 つの半導体基板上に成膜し、パターンニングするステップであって、それによって集積回路チップの行列を規定し、前記薄膜層の少なくとも 1 つにオーバーレイターゲットを形成し、前記オーバーレイターゲットが、

第 1 の対称中心を有する第 1 のサブターゲットであって、第 1 のライン幅を有する第 1 のターゲット特徴物を含んだ、第 1 のサブターゲットと、

20

前記第 1 の対称中心と一致する第 2 の対称中心を有する第 2 のサブターゲットであって、前記第 1 のライン幅より大きい第 2 のライン幅を有し、前記第 1 のターゲット特徴物に隣接するが重なっていない第 2 のターゲット特徴物を含んだ、第 2 のサブターゲットと、を含む、ステップと、

前記オーバーレイターゲットの画像を取り込むステップであり、前記画像を取り込むステップが、

第 1 の視野及び第 1 の波長を有する第 1 の検査光学系を使用して、前記第 1 のサブターゲットの第 1 の画像を取り込むステップと、

前記第 1 の視野よりも広い第 2 の視野を有し、前記第 1 の波長よりも長い第 2 の波長を有する第 2 の検査光学系を使用して、前記第 2 のサブターゲットの第 2 の画像を取り込むステップとを有し、

30

前記画像を処理して前記薄膜層間のオーバーレイ誤差を測定するステップと、を含む、

前記第 1 および第 2 のターゲット特徴物がライン状の特徴物を含んで正方形のフレームを規定するように配置され、それによって前記第 1 のサブターゲットの正方形のフレームが前記第 2 のサブターゲットの正方形のフレーム内に含まれるように構成され、または、前記第 1 および第 2 のターゲット特徴物が、正方形の特徴物からなるそれぞれの行列を含む、方法。

【請求項 6】

前記複数の薄膜層を成膜し、パターンニングするステップが、前記第 1 の視野に対応する前記少なくとも 1 つの半導体基板の第 1 の領域に前記第 1 のサブターゲットを形成するステップと、前記第 1 の領域より大きく、前記第 2 の視野に対応する前記少なくとも 1 つの半導体基板の第 2 の領域に前記第 2 のサブターゲットを形成するステップと、を含む、請求項 5 に記載の方法。

40

【請求項 7】

前記第 1 のサブターゲットが前記第 2 のサブターゲットに囲まれている、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記複数の薄膜層を成膜するステップが、第 1 の層と、前記第 1 の層上に重ねられる第 2 の層とを成膜するステップを含み、

50

前記複数の薄膜層をパターニングするステップが、前記第1のターゲット特徴物からなる組を前記第1の層に、前記第1のターゲット特徴物からなる他の組を前記第2の層に形成するステップと、前記第2のターゲット特徴物からなる組を前記第1の層に、前記第2のターゲット特徴物からなる他の組を前記第2の層に形成するステップと、を含む、請求項5に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に半導体デバイスの製造に関し、詳細には半導体回路計測の方法およびターゲット特徴物に関する。

10

【背景技術】

【0002】

関連出願の相互参照

本願は、2021年4月20日に出願された米国仮特許出願63/176,888の利益を主張する。

【0003】

半導体回路は通例、フォトリソグラフィ法を用いて製造される。フォトリソグラフィでは半導体基板に対して、感光性ポリマー（フォトレジスト）の薄い層を成膜し、光またはその他の放射を使ってその基板の一部をフォトレジストで覆われたままにすることによりパターニングする。パターニング後その基板に、その物性や表面形状（トポグラフィ：topography）を変えるエッチングやイオン衝撃などの方法で、変更を加える。ただしその基板のフォトレジストで覆われた部分は影響を受けない。

20

【0004】

このパターニング後のフォトレジストの特性、例えばパターニングされた特徴物の表面形状や位置などを、半導体回路計測を使用して測定する。フォトリソグラフィ工程の高い歩留まりを確保するには、フォトレジストにあるパターニングされた特徴物の位置が、1つ前に加工された層に対して正確であることが重要になる。パターニング後のフォトレジストの、下の加工層に対する位置合わせの誤差（位置ずれ）のことを「オーバーレイ誤差」と呼ぶ。一例として、最小線幅が10~14nm（いわゆる10nmデザインルール）の典型的な半導体回路では、最大許容オーバーレイ誤差は2~3nmである。最先端の半導体回路では、線幅が5nmまで狭くなっており、それに伴い最大許容オーバーレイ誤差も小さくなっている。

30

【0005】

オーバーレイ誤差は一般に、光学式のオーバーレイ計測ツールを使用して測定する。その理由は、可視波長および赤外波長の光放射が、フォトレジスト層だけでなく、その下の誘電体層も通過できるためである。さらに、赤外波長はシリコンなどの半導体基板を通過でき、それによって半導体基板を透かした計測が可能になる。光学オーバーレイ計測ツール、例えばKLA Corporation（米国カリフォルニア州ミルピタス）のArcher（登録商標）シリーズのツールなどでは、半導体基板のスクライプライン（隣接するダイを分離するライン）に位置するオーバーレイターゲット（KLAのAIM（登録商標）オーバーレイターゲットなど）を撮像する。これで得られた画像に画像解析アルゴリズムを適用して、加工層にあるターゲット特徴物の対称中心（CoS）と、パターニング後のフォトレジスト層にあるターゲット特徴物のCoSの位置を特定する。これら2つの層のターゲット特徴物の対称中心間の距離として、オーバーレイ誤差を計算する。

40

【0006】

特許文献1に、オーバーレイ誤差を判定するためのオーバーレイマークおよび方法が記載されており、この特許文献1を参照によりここに援用する。特許文献1の一態様は、連続的に変化するオフセットマークに関する。連続的に変化するオフセットマークは、重ね合わせた周期的構造体を含んだ単一のマークであり、この重ね合わせた周期的構造体の互いのオフセットが、位置に応じて変化する。一実施例として、上記周期的構造体は、ピッ

50

チなどの格子特性値が異なる格子に相当し得る。特許文献1の別の態様は、上記連続的に変化するオフセットマークからオーバーレイ誤差を判定する方法に関する。

【0007】

本明細書および特許請求の範囲で使用する「光線」、「光放射」、「光」および「放射ビーム」という用語は一般に、あらゆる可視放射、赤外放射および紫外放射を示す。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【文献】米国特許第7,440,105号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

以下に記載の本発明の実施形態は、半導体回路計測のための改良型のターゲット特徴物および方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0010】

したがって、本発明の一実施形態によると、少なくとも1つの半導体基板と、上記少なくとも1つの基板上に成膜された複数の薄膜層と、上記薄膜層の少なくとも1つに形成されたオーバーレイターゲットとを含む製品が提供される。上記オーバーレイターゲットは、第1の対称中心を有する第1のサブターゲットであって、第1のライン幅を有する第1のターゲット特徴物を含んだ、第1のサブターゲットと、上記第1の対称中心と一致する第2の対称中心を有する第2のサブターゲットであって、上記第1のライン幅より大きい第2のライン幅を有し、上記第1のターゲット特徴物に隣接するが重なっていない第2のターゲット特徴物を含んだ、第2のサブターゲットとを含む。

【0011】

いくつかの実施形態では、上記第1のサブターゲットは上記少なくとも1つの半導体基板の第1の領域に広がり、上記第2のサブターゲットは上記少なくとも1つの半導体基板の第2の領域に広がり、上記第2の領域は、上記第1の領域よりも大きく、上記第1の領域を含む。さらに、上記第1のサブターゲットは上記第2のサブターゲットに囲まれている。

【0012】

いくつかの実施形態では、上記複数の薄膜層は、第1の層と、上記第1の層に重ねられた第2の層とを含み、上記第1のターゲット特徴物は、上記第1の層に形成された上記第1のターゲット特徴物からなる第1のセットと、上記第2の層に形成された上記第1のターゲット特徴物からなる第2のセットとを含み、上記第2のターゲット特徴物は、上記第1の層に形成された上記第2のターゲット特徴物からなる第3のセットと、上記第2の層に形成された上記第2のターゲット特徴物からなる第4のセットとを含む。

【0013】

いくつかの実施形態では、上記第1および第2のターゲット特徴物はライン状の格子を含む。一実施形態では、上記第1のターゲット特徴物からなる上記第1のセットは、上記第1の層にある第1のライン状の格子を含み、上記第1のターゲット特徴物からなる上記第2のセットは、上記第2の層にある第2のライン状の格子を含み、上記第1のライン状の格子はそれぞれ、上記第2のライン状の格子に隣接しているが重なっておらず、上記第2のターゲット特徴物からなる上記第3のセットは、上記第1の層にある第3のライン状の格子を含み、上記第2のターゲット特徴物からなる上記第4のセットは、上記第2の層にある第4のライン状の格子を含み、上記第3のライン状の格子はそれぞれ、上記第4のライン状の格子に隣接しているが重なっていない。

【0014】

他の実施形態では、上記第1および第2のサブターゲットのそれぞれの上記ライン状の格子は、第1の向きを有する第1のライン状の格子と、上記第1の向きに直交する第2の

10

20

30

40

50

向きを有する第 2 のライン状の格子とを含む。

【 0 0 1 5 】

いくつかの実施形態では、上記第 1 および第 2 のターゲット特徴物はライン状の特徴物を含む。一実施形態では、上記ライン状の特徴物は、ライン状の格子を規定するように配置される。あるいは、上記ライン状の特徴物は、正方形のフレームを規定するように配置され、それによって上記第 1 のサブターゲットの上記正方形のフレームが上記第 2 のサブターゲットの上記正方形のフレーム内に含まれるようになっている。

【 0 0 1 6 】

他の実施形態では、上記第 1 および第 2 のターゲット特徴物は、正方形の特徴物からなるそれぞれの行列を含む。

【 0 0 1 7 】

本発明の一実施形態によると、オーバーレイ誤差を測定する方法も提供される。この方法は、複数の薄膜層を少なくとも 1 つの半導体基板上に成膜し、パターニングするステップであって、それによって集積回路チップの行列を規定し、上記薄膜層の少なくとも 1 つにオーバーレイターゲットを形成するステップを含む。上記オーバーレイターゲットは、第 1 の対称中心を有する第 1 のサブターゲットであって、第 1 のライン幅を有する第 1 のターゲット特徴物を含んだ、第 1 のサブターゲットと、上記第 1 の対称中心と一致する第 2 の対称中心を有する第 2 のサブターゲットであって、上記第 1 のライン幅より大きい第 2 のライン幅を有し、上記第 1 のターゲット特徴物に隣接するが重なっていない第 2 のターゲット特徴物を含んだ、第 2 のサブターゲットとを含む。この方法はさらに、上記オーバーレイターゲットの画像を取り込むステップと、上記画像を処理して上記薄膜層間のオーバーレイ誤差を測定するステップとを含む。

【 0 0 1 8 】

いくつかの実施形態では、上記画像を取り込むステップは、第 1 の視野を有する第 1 の検査光学系を使用して、上記第 1 のサブターゲットの第 1 の画像を取り込むステップと、上記第 1 の視野よりも広い第 2 の視野を有する第 2 の検査光学系を使用して、上記第 2 のサブターゲットの第 2 の画像を取り込むステップとを含む。

【 0 0 1 9 】

他の実施形態では、上記複数の薄膜層を成膜、パターニングするステップは、上記第 1 の視野に対応する上記少なくとも 1 つの半導体基板の第 1 の領域に上記第 1 のサブターゲットを形成するステップと、上記第 1 の領域より大きく、上記第 2 の視野に対応する上記少なくとも 1 つの半導体基板の第 2 の領域に上記第 2 のサブターゲットを形成するステップとを含む。

【 0 0 2 0 】

以下の実施形態の詳細な説明を図面と併せ読むことにより、本発明の理解が深まるであろう。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 2 1 】

【図 1 a】本発明の一実施形態による、半導体基板のオーバーレイ誤差を測定するための光学計測装置の概略側面図である。

【図 1 b】本発明の一実施形態による、図 1 a の光学計測装置内の光学サブシステムの概略側面図である。

【図 2 a】本発明の一実施形態によるオーバーレイターゲットの概略正面図である。

【図 2 b】本発明の一実施形態による、図 2 a のオーバーレイターゲットの構築に使用されるサブターゲットの概略正面図である。

【図 2 c】本発明の一実施形態による、図 2 a のオーバーレイターゲットの構築に使用されるサブターゲットの概略正面図である。

【図 3 a】本発明の代替実施形態によるオーバーレイターゲットの概略正面図である。

【図 3 b】本発明の一実施形態による、図 3 a のオーバーレイターゲットの構築に使用されるサブターゲットの概略正面図である。

10

20

30

40

50

【図3c】本発明の一実施形態による、図3aのオーバーレイターゲットの構築に使用されるサブターゲットの概略正面図である。

【図4a】本発明の別の実施形態による、オーバーレイターゲットの概略正面図である。

【図4b】本発明の別の実施形態による、オーバーレイターゲットの概略正面図である。

【図4c】本発明の別の実施形態による、オーバーレイターゲットの概略正面図である。

【発明を実施するための形態】

【0022】

半導体基板上の連続したパターン層間のオーバーレイ誤差を精密かつ正確に測定するには、一般に、オーバーレイ計測用のオーバーレイターゲットを使用する。そういった連続したパターン層には例えば加工層とレジスト層（フォトリソ）や、エッチング後の用途では2つの加工層が含まれ得る。したがって、以下のいくつかの例示的な実施形態の説明は加工層とレジスト層について行うが、これらの実施形態の原理は、必要な変更を加えて第1の加工層と第2の加工層にも適用され得る。

10

【0023】

いくつかの半導体製造工程では、視野（FOV）のサイズが大きく異なる2つのオーバーレイ計測ツールを使用する。例えば、2つのシリコン基板を互いに接合する工程で、その2つの基板の接合段階における相互位置合わせの測定を、1つのオーバーレイツールを用いて行うことができる。このオーバーレイツールでは、光放射の赤外（IR）波長がシリコン基板を通過することから、照明にはIR放射を含んだものを使用し、FOVには固定の広FOVか、調整可能な（ズーム）FOVを使用する。（この照明のスペクトルには可視の光放射も含まれ得る。というのは、オーバーレイターゲットの特徴物のいくつかは、オーバーレイ計測ツールに面した基板表面に位置し得るからである。）基板の接合と研磨が完了した後は、ウェハ間（またはダイ対ウェハ）で達成した位置合わせの検証を、別のオーバーレイツールを用いて行うことができる。このオーバーレイツールでは、可視照明を利用し、狭FOVを使用する。あるいは、基板を透かしたオーバーレイ誤差の測定とその後の検証の両方を、単一のオーバーレイ計測ツールで行ってもよい。ただし条件として、この単一のツールは、必要な視野の組み合わせと、可視波長および赤外波長の両方を網羅する広い照明スペクトルとを有しているものとする。2つの別個の光学計測ツールでも、または必要な機能を備えた単一のツールでも、必要な作動距離と焦点精度、および照明選択肢が網羅されていればよい。

20

30

【0024】

他の半導体工程では、2つよりも多い基板が互いに接合されてもよい。さらに他の工程では、個々の半導体ダイが基板に接合されてもよい。

【0025】

画像ベースのオーバーレイ計測の性能は、オーバーレイターゲットのサイズとオーバーレイ計測ツールのFOVとの関係性に大きく左右される。オーバーレイターゲットがFOVよりも大幅に小さければ、計測ツールはそのFOVの一部のみからオーバーレイ誤差測定値信号を収集する。これでは測定値のSN比が低下し、場合により個々のターゲット特徴物の解像度が損なわれる。さらに、小さなオーバーレイターゲットの小さな特徴物では、広FOV計測ツールの光学分解能と十分に整合が取れない可能性がある。しかしながら、オーバーレイターゲットがFOVよりも大幅に大きければ、測定結果に歪みが生じる可能性があり、さらには、ターゲットの特徴物が大きいことで測定に必要なデータの一部が取り込み領域からはみ出し得ることにより、測定結果が欠落する可能性もある。例えば、オーバーレイターゲットが、 $60\mu\text{m} \times 60\mu\text{m}$ という典型的な広FOVを有するIRのオーバーレイ計測ツールと整合している場合、このターゲットは、可視光のオーバーレイ計測ツールの $30\mu\text{m} \times 30\mu\text{m}$ という典型的な狭FOVからはみ出るはずであり、そのターゲット特徴物は可視光のツールに対して粗大すぎる可能性がある。オーバーレイターゲットが、可視光の計測ツールの $30\mu\text{m} \times 30\mu\text{m}$ FOVと整合している場合は、IRツールでは $60\mu\text{m} \times 60\mu\text{m}$ FOVの一部しか使用されず、SN比が不十分になるはずである。さらに、そのターゲット特徴物はIRツールの最適な分解能に対して小さく

40

50

ざる可能性がある。

【0026】

見込みのある解決策は、一方は広FOVツールと整合し、別の方は狭FOVツールと整合する、2つの別個のオーバーレイターゲットを並べて使用するというものである。しかしながら、この解決策では、オーバーレイ誤差が、空間的に離れた2つの位置で測定されたものとなるはずであり、その測定結果間の比較は、オーバーレイ誤差がオーバーレイターゲットの空間的な位置に依存している影響を受ける可能性がある。さらに、この種の解決策では、半導体基板上の貴重な「スペース（リアルエステート：real estate）」の利用効率が悪くなる。

【0027】

視野の各種サイズとオーバーレイターゲットのサイズとの間のこういった不整合に対して、ここに記載の本発明の各実施形態は、合成オーバーレイターゲットを提供することによって対処する。この合成オーバーレイターゲットは、小さな第1のサブターゲットと大きな第2のサブターゲットを含んでおり、第1のサブターゲットは第2のサブターゲットに同心状に取り囲まれる。第1のサブターゲットは、その全体寸法と特徴物サイズの両方の点で、狭FOVオーバーレイツールとうまく整合する。同様に、第2のサブターゲットの寸法と特徴物サイズは、広FOVオーバーレイツールと整合する。したがって、狭FOVのオーバーレイツールでオーバーレイ誤差を測定する場合は、第1のサブターゲットの像をツールに取り込み、このターゲットで得られる精度でオーバーレイ誤差を測定する。広FOVのオーバーレイツールでオーバーレイ誤差を測定する場合は、ターゲット全体の像を取り込む。広FOVオーバーレイツールでは、FOVの中心にある第1のサブターゲットの部分を無視し、広FOV用に最適化された第2のサブターゲットのみからオーバーレイ誤差を測定することができる。

【0028】

第1のサブターゲットと第2のサブターゲットを同心にすることで、狭FOVオーバーレイ計測ツールと広FOVオーバーレイ計測ツールとで測定したオーバーレイ誤差を正確に照合することが可能になる。例えばこの照合は、2つのツールで測定したオーバーレイ誤差を直接比較する、かつ/または、オーバーレイ誤差モデルを2つのツール間で比較することによって行われる。各ツールで個別に測定したものと士ならびにモデル化したものと士のオーバーレイ誤差の相関関係を考慮することにより、計測の精度がさらに向上する。オーバーレイ誤差測定値の品質基準が、各サブターゲットから個別に取得され得る。この基準は、各ツールから得たオーバーレイ誤差の測定値の妥当性を確認するためのものであり、それらの値の整合を取るためのものでもある。

【0029】

ここで開示する各実施形態では、複数の薄膜層が1つまたは複数の半導体基板上に成膜され、パターンングされ、それによって上記薄膜層にオーバーレイターゲットが形成される。各オーバーレイターゲットは第1および第2のサブターゲットを含み、2つのサブターゲットの対称中心は一致する。上記2つのサブターゲットは、上記オーバーレイターゲットの領域内に隣接して形成されるが、重なり合わない。上記第1のサブターゲットは第1のライン幅を有する第1のターゲット特徴物を含み、上記第2のサブターゲットは第2のライン幅を有するターゲット特徴物を含む。

【0030】

本説明および特許請求の範囲の文脈では、「ライン幅」という用語は、特徴物の狭い方の横寸法、例えばライン状の特徴物では長さではなく幅を示す。（「横」寸法とは、特徴物の、それが形成されている薄膜層の平面における寸法である。）正方形や円形の特徴物などの対称的な特徴物の場合は、特徴物の横寸法は互いに等しいため、「ライン幅」はそれらの寸法のいずれかを示す。

【0031】

システムの説明

次に図1 aおよび1 bを参照する。図1 aおよび1 bは、本発明の一実施形態による、

10

20

30

40

50

半導体基板 1 2 上のオーバーレイ誤差を測定するための光学計測装置 1 0 を概略的に示している。図 1 a は、光学サブシステム 1 1 および 1 3 を含んだ装置 1 0 の側面図であり、図 1 b は、サブシステム 1 1 の詳細を示す側面図である。図 1 a および 1 b は、光学サブシステム 1 1 および 1 3 の集光光学系と同じ側から基板 1 2 へと照明が方向付けられた装置 1 0 を示しているが、一代替実施形態では、適当に透過性を有するモーション組立体 2 0 を透かして、基板の下から照明が方向付けられてもよい。

【 0 0 3 2 】

図 1 a を参照すると、光学計測装置 1 0 は、半導体基板 1 2 上のオーバーレイ誤差を測定するための、それぞれ OPT 1 および OPT 2 と呼ばれる 2 つの光学サブシステム 1 1 および 1 3 を備える。OPT 1 は例えば寸法 $30\ \mu\text{m} \times 30\ \mu\text{m}$ の狭視野 FOV 1 を有し、OPT 2 は例えば寸法 $60\ \mu\text{m} \times 60\ \mu\text{m}$ の広視野 FOV 2 を有する。この実施例では、OPT 1 はオーバーレイ誤差の測定に可視光照明を使用し、OPT 2 は IR 照明を使用する。ここで使用する FOV 1 および FOV 2 の寸法と、OPT 1 および OPT 2 のスペクトル範囲は例示に過ぎない。様々な計測用途の狭 FOV および広 FOV 装置を説明するために、別の寸法およびスペクトル範囲をその代わりに使用することもできる。例えば一代替実施形態では、光学サブシステム 1 3 (OPT 2) が、光放射を放出する光源と、可変 FOV を有する計測光学系 (ズーム光学系) を含み得る。別の代替実施形態では、光学サブシステム 1 1 および 1 3 (OPT 1 および OPT 2) が、適当に調整可能な FOV と照明スペクトルと集光機構とを有する単一の光学システムを含み得る。

【 0 0 3 3 】

装置 1 0 はさらに、コントローラ 1 8 および 1 つまたは複数のモーション組立体 2 0 を備える。コントローラ 1 8 が結合され、OPT 1 および OPT 2 のセンサから画像を受信し (図 1 b に詳細に図示)、モーション組立体 2 0 の位置および向きを調整する。コントローラ 1 8 は典型的には、プログラム可能なプロセッサと、装置 1 0 の別の要素への接続に適したデジタルかつ/またはアナログのインターフェースとを備える。上記プログラム可能なプロセッサは、本明細書に記載の機能を実行するようにソフトウェアおよび/またはファームウェアでプログラムされる。その代わりにまたはそれに加えて、コントローラ 1 8 は、その機能の少なくとも一部分を実行するハードワイヤード論理回路および/またはプログラム可能なハードウェア論理回路を備える。図 1 a および 1 b では、コントローラ 1 8 は、簡略化のため一体構造の単一の機能ブロックとして示されているが、実際には複数の制御ユニットを含むことができ、これらの制御ユニットは、各図に示されかつ本文に記載の信号の受信/出力に適したインターフェースで相互接続される。

【 0 0 3 4 】

図示の実施例では、モーション組立体 2 0 は、アクチュエータを備えた適当な台を備える。上記アクチュエータの目的は、上記台を、コントローラ 1 8 の制御下でデカルト座標 3 6 を基準に x、y、および z 方向に直線的に移動させることと、z 軸を中心に回転させることである。この図およびこれ以降の図には、装置 1 0 に対する各図の向きを明確にするために、デカルト座標 3 6 が示されている。

【 0 0 3 5 】

複数の薄膜層が半導体基板 1 2 上に成膜され、パターニングされ、それによって集積回路チップの行列が規定され、上記薄膜層の少なくとも 1 つにオーバーレイターゲットが形成される。図示の実施例では、第 1 の薄膜層 3 8 と第 2 の薄膜層 4 0 が半導体基板 1 2 上に成膜され、フォトリソグラフィ工程でパターニングされる。例えば、第 1 の層 3 8 は加工層であってもよく、第 2 の層 4 0 はその加工層上に成膜されたレジスト層であってもよい。あるいは、層 3 8 および 4 0 の両方が加工層であってもよい。基板 1 2 上の層 4 0 のパターンとその下の層 3 8 のパターンとの間のオーバーレイ誤差を測定することを目的として、層 3 8 および 4 0 には、以降の図に示すように 2 つの視野に適した第 1 および第 2 のサブターゲットを含んだオーバーレイターゲットが、フォトリソグラフィ工程で形成されている。

【 0 0 3 6 】

装置 10 でオーバーレイ誤差を測定する際は、コントローラ 18 がモーション組立体 20 を移動させて、半導体基板 12 を例えば OPT 1 に近づけ、オーバーレイターゲットが FOV 1 内に入るようにし、OPT 1 を使用してオーバーレイ誤差を測定する。別の製造段階、例えば 2 つの半導体基板を互いに接合するなどの場合は、コントローラ 18 が矢印 15 で示すように x y 平面内でモーション組立体 20 を移動させて、半導体基板 12 を OPT 2 に近づけ、オーバーレイターゲットが FOV 2 内に入るようにし、OPT 2 を使用してオーバーレイ誤差を測定し得る。(簡略化のため基板 12 は 1 つしか示していない)。あるいは、光学サブシステム 11 および 13 は、OPT 1 および OPT 2 用の 2 つの別個のモーション組立体 20 を備えていてもよい。OPT 1 で新たなオーバーレイ誤差測定を行う際は、基板 12 を OPT 1 に戻すことができる。以下で詳細に説明するが、光学サブシステムはそれぞれ、オーバーレイターゲットの特定の部分を利用する。これらの部分は各光学サブシステムの FOV と整合している。

10

【0037】

図 1 b を参照すると、光学サブシステム 11 (OPT 1) は、撮像組立体 14 および照明組立体 16 を備える。撮像組立体 14 は、対物レンズ 22、キューブビームスプリッタ 24 および撮像レンズ 26 を備え、これらが合わさって光学サブシステム 11 の計測光学系を形成する。撮像組立体 14 はさらにセンサ 28 を備え、センサ 28 は、例えば画素 30 の 2 次元アレイを含んだ相補型金属酸化膜半導体 (CMOS) 検出器を備える。別の実施例として、短波 IR 照明下での感知を行う目的で、センサ 28 は、画素 30 の 2 次元アレイを含んだ InGaAs ベースの焦点面アレイ (FPA: Focal Plane Array) 検出器

20

【0038】

OPT 1 を使用して基板 12 上の層 40 のパターンとその下の層 38 のパターンとの間のオーバーレイ誤差を測定する際は、コントローラ 18 が、上記基板を対物レンズ 22 の下へと移動させるようにモーション組立体 20 に命令する。この移動によって、オーバーレイターゲットの中央部分が OPT 1 の視野 FOV 1 内に入り、対物レンズ 22 とレンズ 26 の組み合わせ光学系により上記基板がセンサ 28 上に結像され、すなわち、上記基板と上記センサが光学的共役面に配置される。

30

【0039】

第 1 のサブターゲットの画像を取り込むために、光放射ビームが、光源 32 からレンズ 34 に投射され、レンズ 34 からさらにキューブビームスプリッタ 24 に投射され、ビームスプリッタ 24 により対物レンズ 22 へと反射され、対物レンズ 22 により基板 12 上に投射される。基板 12 に入射した放射は、散乱されて対物レンズ 22 に戻り、ビームスプリッタ 24 を通過し、レンズ 26 に送られ、センサ 28 上に集光される。このセンサ 28 で取り込んだ画像を以下で詳細に説明するようにコントローラ 18 が読み出し、処理して、基板 12 上の層 40 とその下の層 38 にあるそれぞれの第 1 のサブターゲットの対称中心を識別する。コントローラ 18 はこれら 2 つのパターン層の間のオーバーレイ誤差を、それぞれの層の第 1 のサブターゲットの対称中心間のずれに基づいて測定する。

40

【0040】

光学サブシステム 13 (OPT 2) も上述の光学サブシステム 11 (OPT 2) と同様である。これらの光学サブシステム間で関連のある相違は、その視野と、測定に使用する光放射の波長である。これらの相違は、これら 2 つの光学サブシステムの撮像組立体および照明組立体の設計が異なることによってもたらされる。

【0041】

あるいは、装置 10 は、スカトロメトリモードでオーバーレイ誤差を測定するように構成されてもよい。このモードでは、対物レンズ 22 の射出瞳 (図示せず) をセンサアレイ 28 上に結像するように、レンズ 26 が変更かつ / または移動される。このスカトロ

50

メトリ画像は、ターゲット特徴物から散乱される光放射の角度分布を示し、この場合のコントローラ 18 は、この角度分布を処理してオーバーレイ誤差を測定するように構成される。

【0042】

オーバーレイターゲットの実施例

図 2 a ~ 2 c は、本発明の一実施形態によるオーバーレイターゲット 200 と、その構造を示す。図 2 a はオーバーレイターゲット 200 の概略正面図であり、図 2 b と図 2 c はそれぞれターゲット 200 内部の第 1 のサブターゲット 202 と第 2 のサブターゲット 204 の概略正面図である。サブターゲット 202 は狭 F O V に広がり、したがって光学サブシステム 11 (図 1 a) で撮像され得る。一方、サブターゲット 204 は広い方の F O V に広がり、したがって光学サブシステム 13 で撮像され得る。

10

【0043】

図 2 b に示されているように、第 1 のサブターゲット 202 は 8 つの格子 206、208、210、212、214、216、218、および 220 を含み、これらの格子は 2 つ一組に互いに隣接して (しかし重なり合わずに) 配置される。格子 206、210、214、および 218 は薄膜層 38 に形成され、格子 208、212、216、および 220 は薄膜層 40 に形成される。各格子はライン幅が等しい複数の平行なラインを含み、格子対の半分は格子ラインが x 方向を向いており、残りの半分は格子ラインが y 方向を向いている。したがって、図示の実施例では、格子 206、208、214 および 216 は、格子 210、212、218 および 220 と向きが直交している。

20

【0044】

例えば第 1 のサブターゲット 202 には、OPT 1 の F O V 1 を示すために $30 \mu\text{m} \times 30 \mu\text{m}$ の寸法を有する点線の正方形 222 が重ねられており、第 1 のサブターゲットの格子が $30 \mu\text{m} \times 30 \mu\text{m}$ の F O V に広がっていることを示している (この格子の一部分は F O V 1 を超えて「はみ出て」いる)。第 1 のサブターゲット 202 の格子 206、208、210、212、214、216、218、および 220 のライン幅は、第 1 のサブターゲットの画像が OPT 1 で取り込まれたときにその画像のコントラストが良好になるように、例えば $1 \mu\text{m}$ になっている。

【0045】

図 1 b を参照すると、光学サブシステム 11 を使用して第 1 のサブターゲット 202 から層 38 と層 40 との間のオーバーレイ誤差を測定する際は、コントローラ 18 が、センサ 28 で取り込まれた (OPT 1 の F O V 1 内の) 第 1 のサブターゲットの画像を読み出す。コントローラ 18 はその画像をさらに処理して、格子 206、210、214、および 218 によって形成されるパターンの対称中心 221 と、格子 208、212、216、および 220 によって形成されるパターンの対称中心 223 とを識別する。コントローラ 18 は、上記 2 つのパターン層の間のオーバーレイ誤差を、それぞれの層の第 1 のサブターゲット 202 の対称中心 221 と 223 との間のずれとして測定する。

30

【0046】

図 2 c に示されているように、第 2 のサブターゲット 204 は、8 つの格子 224、226、228、230、232、234、236、および 238 を含み、これらの格子は 2 つ一組に互いに隣接して配置される。第 1 のサブターゲット 202 と同様に、格子 224、228、232、および 236 は薄膜層 38 に形成され、格子 226、230、234、および 238 は薄膜層 40 に形成される。各格子はライン幅が等しい複数の平行なラインを含み、格子対の半分は格子ラインが x 方向を向いており、残りの半分は格子ラインが y 方向を向いている。したがって、格子 224、226、232 および 234 は、格子 228、230、236 および 238 と直交している。ただし、第 2 のサブターゲット 204 の格子のライン幅は、第 2 のサブターゲットの画像が OPT 2 で取り込まれたときにその画像のコントラストが良好になるように、例えば $2 \mu\text{m}$ になっている (第 1 のサブターゲット 202 と同様の $1 \mu\text{m}$ ではない)。例えば第 2 のサブターゲット 204 には、OPT 2 の F O V 2 を示すために $60 \mu\text{m} \times 60 \mu\text{m}$ の寸法を有する点線の正方形 240 が

40

50

重ねられており、第2のサブターゲットの格子がFOV2に広がっていることを示している。

【0047】

OPT2を使用して第2のサブターゲット204から層38と層40との間のオーバーレイ誤差を測定する際は、コントローラ18が、OPT2から第2のサブターゲットの画像を読み出す(この画像はFOV2の中心にある第1のサブターゲット202の画像を含んでいる)。コントローラ18はその画像を処理して(画像の第1のサブターゲット202由来の部分は遮るか無視する)、格子224、228、232、および236によって形成されるパターンの対称中心242と、格子226、230、234、および238によって形成されるパターンの対称中心244とを識別する。コントローラ18は、上記2つのパターン層の間のオーバーレイ誤差を、それぞれの層の第2のサブターゲット204の対称中心242と244との間のずれとして測定する。

10

【0048】

図3a~3cは、本発明の代替実施形態によるオーバーレイターゲット300と、その構造を示す。図3aはオーバーレイターゲット300の概略正面図であり、図3bと図3cはそれぞれターゲット300内部の第1のサブターゲット302と第2のサブターゲット304の概略正面図である。

【0049】

図3bに示されているように、第1のサブターゲット302は、8つの格子306、308、310、312、314、316、318、および320を含み、これらの格子は2つ一組に互いに隣接して配置される。格子306、310、314、および318は薄膜層38に形成され、格子308、312、316、および320は薄膜層40に形成される。各格子はライン幅が等しい複数の平行なラインを含み、格子対の半分は格子ラインがx方向を向いており、残りの半分は格子ラインがy方向を向いている。例えば第1のサブターゲット302には、OPT1のFOV1を示すために30 μ m \times 30 μ mの寸法を有する点線の正方形322が重ねられており、第1のサブターゲットの格子がFOV1にちょうど過不足なく広がっていることを示している。第1のサブターゲット302の格子306、308、310、312、314、316、318、および320のライン幅は、第1のサブターゲットの画像がOPT1で取り込まれたときにその画像のコントラストが良好になるように、例えば1 μ mになっている。第1のサブターゲット302は、その格子がFOV1の外に広がっていないという点が、第1のサブターゲット202と異なる。

20

30

【0050】

OPT1を使用して層38と40の間のオーバーレイ誤差を測定する際は、コントローラ18が、第1のサブターゲット202と同様に、それぞれの層の第1のサブターゲット302の対称中心324と326との間のずれを測定する。対称中心324は格子306、310、314、および318によって形成されるパターンに対するものであり、対称中心326は格子308、312、316、および320によって形成されるパターンに対するものである。

【0051】

図3cに示されているように、第2のサブターゲット304は、8つの格子330、332、334、336、338、340、342、および344を含み、これらの格子は2つ一組に互いに隣接して配置される。第1のサブターゲット302と同様に、格子330、334、338、および342は薄膜層38に形成され、格子332、336、340、および344は薄膜層40に形成される。第1のサブターゲット302と同様に、各格子はライン幅が等しい複数の平行なラインを含み、格子対の半分は格子ラインがx方向を向いており、残りの半分は格子ラインがy方向を向いている。ただし、第2のサブターゲット304の格子のライン幅は、OPT2で取り込まれたときにその画像のコントラストが良好になるように、例えば2 μ mになっている。例えば第2のサブターゲット304には、FOV2を示すために60 μ m \times 60 μ mの寸法を有する点線の正方形346が重ねられており、第2のサブターゲットの格子がFOV2に広がっていることを示している

40

50

。第2のサブターゲット304は、その格子が中央の $30\mu\text{m} \times 30\mu\text{m}$ のFOVより外側の領域全体に広がっているという点が、第2のサブターゲット204と異なる。

【0052】

OPT2を使用して層38と40との間のオーバーレイ誤差を測定する際は、コントローラ18が、第1のサブターゲット302と同様に、それぞれの層の第2のサブターゲット304の対称中心348と350との間のずれを測定する。対称中心348は格子330、334、338、および342によって形成されるパターンに対するものであり、対称中心350は格子332、336、340、および344によって形成されるパターンに対するものである。

【0053】

一代替実施形態(図示せず)では、オーバーレイターゲット200および300内の各サブターゲットが、格子状の構造体を含み得る。これらの構造体は、ピッチがわずかに異なる2つの重ねられた格子を層38と層40に配設することによって形成される。この種のオーバーレイターゲットについては、上述の米国特許第7,440,105号に記載されており、この特許文献に記載の方法で、層38と層40との間のオーバーレイ誤差が測定され得る。

【0054】

図4a~4cは、本発明の別の実施形態による、オーバーレイターゲット400、402および404の概略正面図である。

【0055】

図4aに示されているように、オーバーレイターゲット400は、第1のサブターゲット410と第2のサブターゲット412を含む。この第1のサブターゲット410と第2のサブターゲット412の輪郭が、点線の正方形406および408で描かれており、これらの正方形は例えばOPT1およびOPT2のそれぞれの視野に対応する。第1のサブターゲット410は、点線の正方形406の内部に含まれている正方形414と416の行列によって形成される。第2のサブターゲット412は、点線の正方形406と408の間の領域内にある正方形418と420の行列によって形成される。第1のサブターゲット410では、正方形414は第1層38に形成され、正方形416は第2層40に形成される。正方形414および416のそれぞれの寸法は、OPT1の光学分解能に適合するように、例えば $1\mu\text{m} \times 1\mu\text{m}$ (ライン幅 $1\mu\text{m}$ に相当)になっている。第2のサブターゲット412では、正方形418は第1層38に形成され、正方形420は第2層40に形成される。正方形418および420のそれぞれの寸法は、OPT2の光学分解能に適合するように、例えば $2\mu\text{m} \times 2\mu\text{m}$ (ライン幅 $2\mu\text{m}$ に相当)になっている。

【0056】

あるいは、サブターゲット410および412は、それぞれ適当なライン幅を有する長方形の行列を含んでもよい。

【0057】

装置10は、OPT1による層38と層40との間のオーバーレイ誤差の測定を、オーバーレイターゲット200(図2a~2c)からオーバーレイ誤差を測定するのと同様に、第1のサブターゲット410の正方形414の行列と正方形416の行列のそれぞれの対称中心の間のずれを測定することによって行う(簡略化のため対称中心は図示せず)。同様に、装置10は、OPT2による層38と層40との間のオーバーレイ誤差の測定を、第2のサブターゲット412の正方形418の行列と正方形420の行列のそれぞれの対称中心の間のずれを測定することによって行う。

【0058】

図4bに示されているように、オーバーレイターゲット402は、第1のサブターゲット426と第2のサブターゲット428を含む。この第1のサブターゲット426と第2のサブターゲット428の輪郭が、点線の正方形422および424で描かれており、これらの正方形は例えばOPT1およびOPT2のそれぞれの視野に対応する。第1のサブターゲット426は、正方形422の内部にある2つの正方形フレーム430と432に

10

20

30

40

50

よって形成され、第2のサブターゲット428は、正方形422と424の間の領域内にある2つの正方形フレーム434と436によって形成される。フレーム430および434は層38に形成され、フレーム432および436は層40に形成される。第1のサブターゲット426のフレーム430および432のライン幅は、OPT1の光学分解能に適合するように、例えば1 μ mになっており、第2のサブターゲット428のフレーム434および436のライン幅は、OPT2の光学分解能に適合するように、例えば2 μ mになっている。

【0059】

装置10は、OPT1による層38と層40との間のオーバーレイ誤差の測定を、第1のサブターゲット426のフレーム430と432のそれぞれの対称中心の間のずれを測定することによって行う（簡略化のため対称中心は図示せず）。同様に、装置10は、OPT2による層38と層40との間のオーバーレイ誤差の測定を、第2のサブターゲット428のフレーム434と436のそれぞれの対称中心の間のずれを測定することによって行う。

10

【0060】

図4cに示されているように、オーバーレイターゲット404は、第1のサブターゲット444と第2のサブターゲット446を含む。この第1のサブターゲット444と第2のサブターゲット446の輪郭が、点線の正方形440および442で描かれており、これらの正方形は例えばOPT1およびOPT2のそれぞれの視野に対応する。第1のサブターゲット444はライン448と450によって形成され、第2のサブターゲット446はライン452と454によって形成される。第1のサブターゲット444では、ライン448は層38に形成され、ライン450は層40に形成され、全てのラインが正方形440内部（すなわち、OPT1のFOV1の内部）に形成される。ライン448および450の半分はx方向に向いており、もう半分はy方向に向いている。ライン448および450の幅は、OPT1の光学分解能に適合するように選択される。第2のサブターゲット446では、ライン452は層38に形成され、ライン454は層40に形成され、全てのラインが正方形440と442の間の領域内に形成される。ライン452および454の半分はx方向に向いており、もう半分はy方向に向いている。ライン452および454の幅は、OPT2の光学分解能に適合するように選択される。

20

【0061】

装置10は、OPT1による層38と層40との間のオーバーレイ誤差の測定を、第1のサブターゲット444のライン448によって形成されるパターンとライン450によって形成されるパターンのそれぞれの対称中心の間のずれを測定することによって行う（簡略化のため対称中心は図示せず）。同様に、装置10は、OPT2による層38と層40との間のオーバーレイ誤差の測定を、第2のサブターゲット446のライン452によって形成されるパターンとライン454によって形成されるパターンのそれぞれの対称中心の間のずれを測定することによって行う。

30

【0062】

上述の各実施形態では、例示的光学サブシステムOPT1およびOPT2の特徴的な視野および分解能レベルに合わせて、30 μ m \times 30 μ mおよび60 μ m \times 60 μ mというサブターゲット寸法と、1 μ mおよび2 μ mというライン幅を選択した。あるいは、オーバーレイ誤差の測定に使用する検査光学系の特性に応じて、それより大きいまたは小さいサブターゲット寸法と、それより大きいまたは小さい特徴物ライン幅を使用することもできる。

40

【0063】

さらに、前出の各図では例として特定の種類のターゲット特徴物および構成を示したが、本発明の原理は、別の種類の特徴物および構成を含んだオーバーレイターゲットおよびサブターゲットでも同様に実施され得る。かかる代替実施形態は全て、本発明の範囲内に含まれるとみなされる。

【0064】

50

マルチ分解能オーバーレイターゲットの追加の応用例

同じ層（例えば薄膜層40）に異なる設計パラメータ（例えば異なる空間周波数）を有するターゲット特徴物が含まれていることで、オーバーレイ誤差計測を利用して、これらの異なるターゲット特徴物間の見かけのずれを測定することができる。例えば、図2bおよび2cを参照すると、層40にある第1のサブターゲット202と第2のサブターゲット204のパターンは、同じフォトリソグラフィステップで形成されている。したがって、OPT1とOPT2で測定したそれぞれの対称中心223と244の位置の間にずれが生じることは無いと予想されるはずである。しかしながら、光学サブシステムOPT1およびOPT2のそれぞれにおける光学的収差または障害物に起因する誤差により、対称中心の実測位置の間のずれがゼロでない場合がある。こういった誤差の特性評価を、オーバーレイ誤差測定における誤差の修正に利用することができる。また、こういった誤差を製造工程にフィードフォワードすると、後続の製造段階における測定誤差、具体的には2つの半導体基板を位置合わせして接合する際に使用する位置合わせシステムによる測定誤差を低減することもできる。

10

【0065】

それに加えてまたはその代わりに、光学サブシステムOPT1とOPT2によってそれぞれ測定された2組のオーバーレイ誤差セット同士の照合を目的として、各セットごとにモデル化したオーバーレイ誤差をコントローラ18で算定することができる。各光学サブシステム内、ならびに光学サブシステム間における、オーバーレイ誤差の実測したものと、モデル化したものと両方での比較を利用して、計測結果の精度を向上させることができる。それに加えてまたはその代わりに、オーバーレイ誤差測定値の品質基準を、各サブターゲットから個別に取得することができる。この基準は、各ツールから得たオーバーレイ誤差測定値の妥当性を確認するためのものであり、それらの値の整合を取るためのものでもある。

20

【0066】

それに加えてまたはその代わりに、同じ層におけるターゲット特徴物間のずれの各測定値が類似しているということが、フォトリソグラフィシステム（スキャナ）の光学的収差に起因するパターン配置誤差を示している場合がある。というのは、こういった収差によって、転写された異なる空間周波数の特徴物が相互にずれる可能性があるためである。こういった配置誤差の情報によって、フォトリソグラフィ工程で形成される電子デバイスにおけるそれらの影響を、低減できる可能性がある。

30

【0067】

2つの異なるターゲット特徴物から得た角度スペクトル、または特定の特徴物の2つの異なる測定構成から得た角度スペクトルの特性を分析することにより、ターゲット特徴物の非対称性に起因するオーバーレイ誤差測定値の誤差を低減できる可能性がある。

【0068】

複数のオーバーレイターゲット、例えば図2a、3a、4a~4cに示されているものなどから得たオーバーレイ誤差の測定結果を組み合わせると、それらの測定値の総合的な測定不確かさ（TMU）を低減することができる。

【0069】

上述のマルチ分解能オーバーレイターゲットは、3つ以上の薄膜層にまたがるように適合させることができ、したがってそれらの層のうちの任意の対の間のオーバーレイ誤差の測定が可能になる。

40

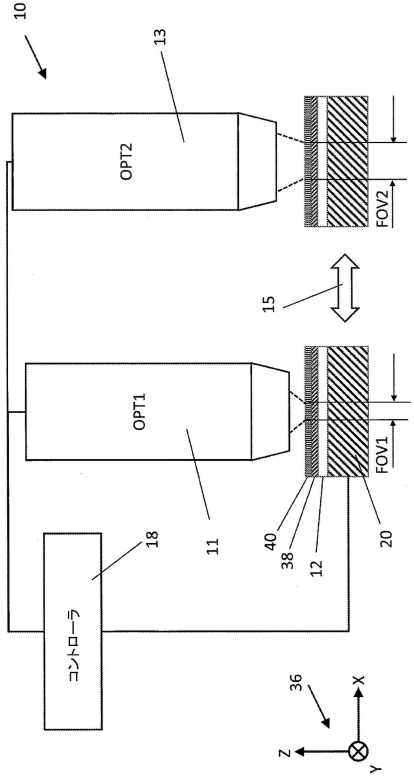
【0070】

上記で説明した実施形態は例として引用したものであり、本発明は上記で特に示し説明したものに限定されないことが理解されよう。むしろ、本発明の範囲は、上記で説明した様々な特徴の組み合わせおよび部分組み合わせ、ならびに、当業者が上記の説明を読めば思いつくであろう、従来技術には開示されていないそれらの変形形態および修正形態を含む。

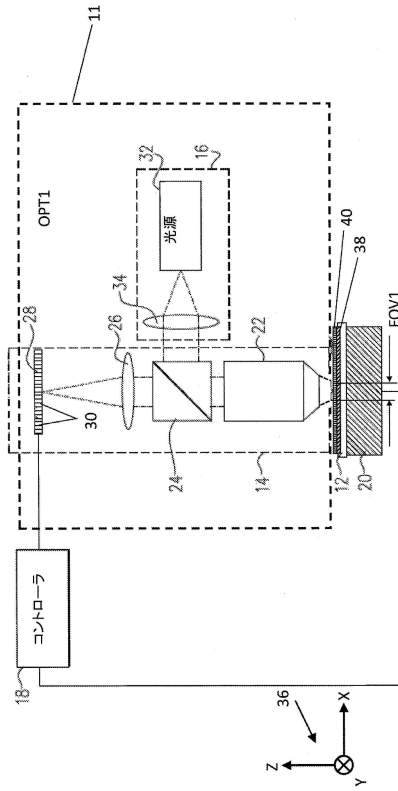
50

【図面】

【図 1 a】



【図 1 b】



【図 2 a】

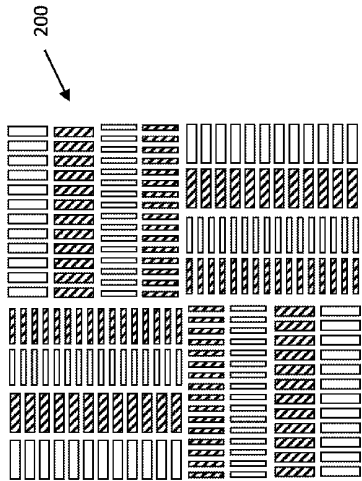
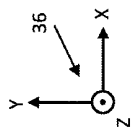


Fig. 2a



【図 2 b】

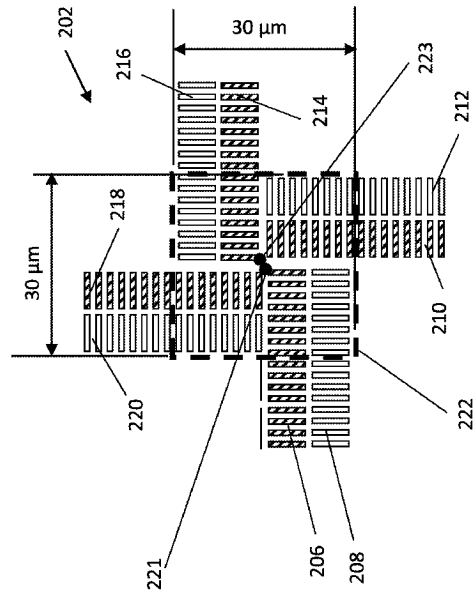
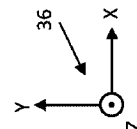


Fig. 2b



10

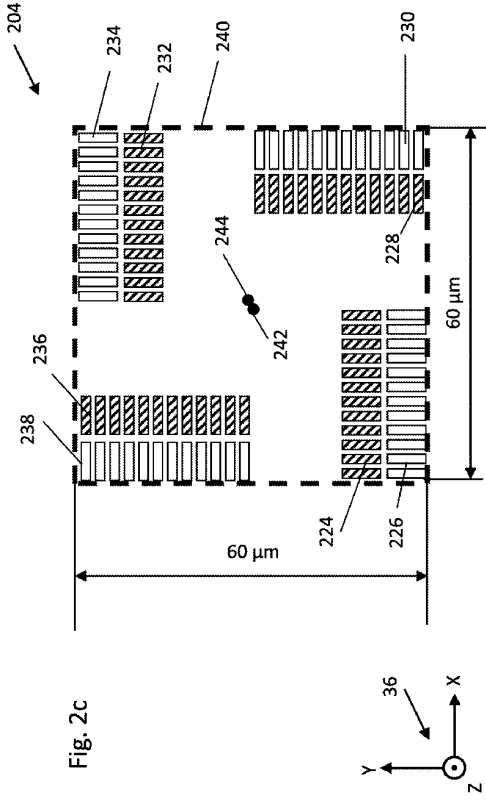
20

30

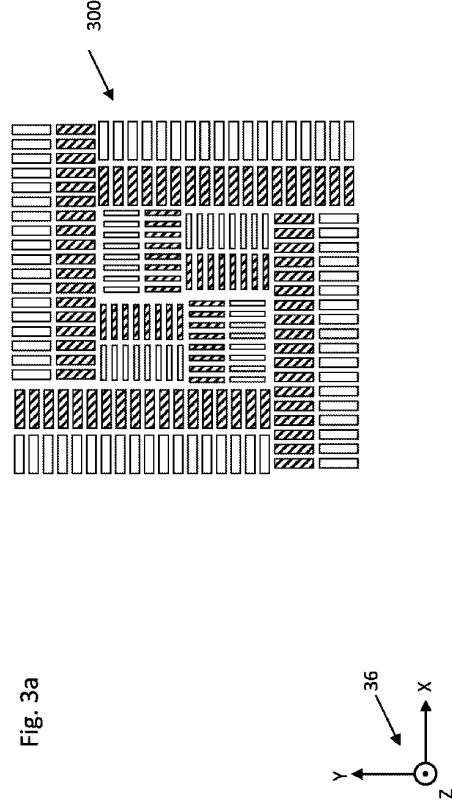
40

50

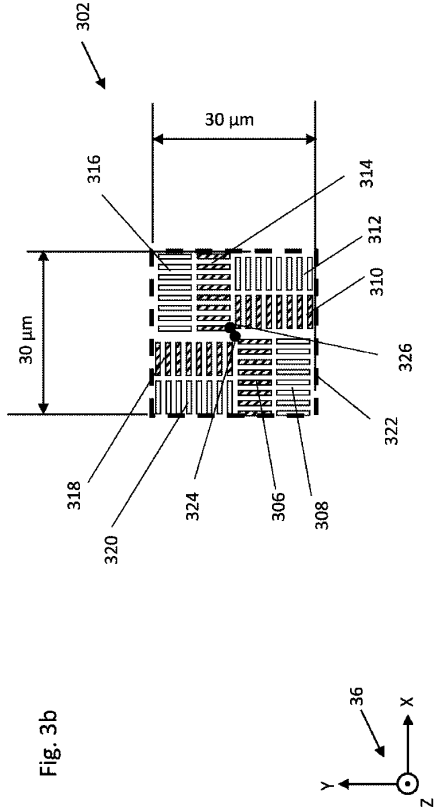
【 2 c 】



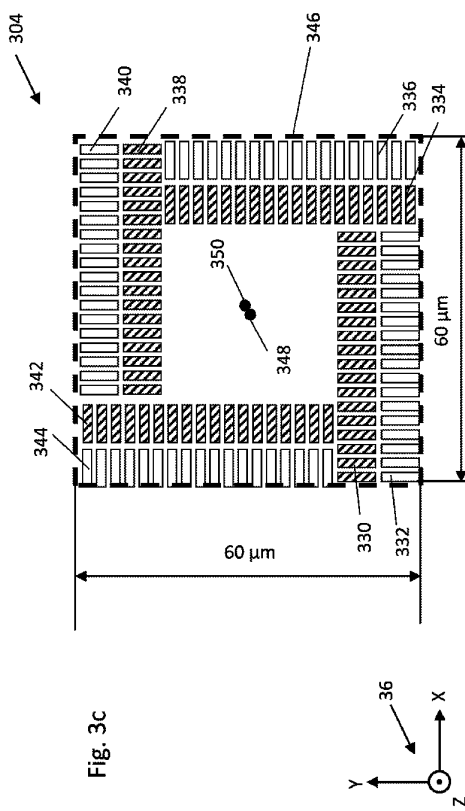
【 3 a 】



【 3 b 】



【 3 c 】



10

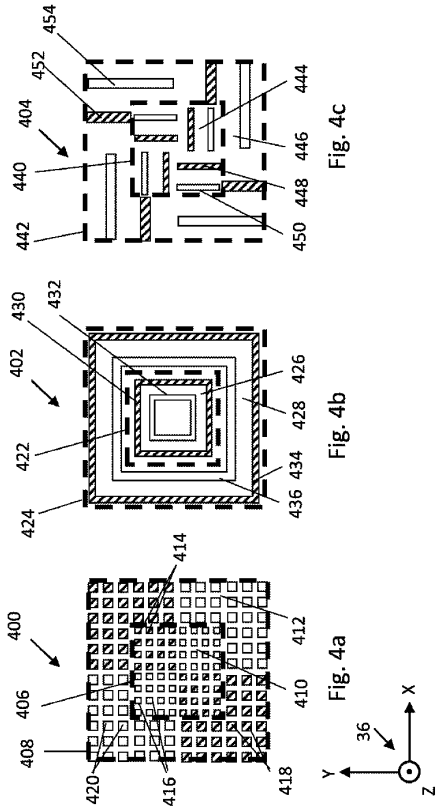
20

30

40

50

【 4 a - 4 c 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

早期審査対象出願

(72)発明者 ゴロツヴァン アンナ
イスラエル キリヤット ティヴォン シトヴァニット 11

(72)発明者 グラウアー ヨアフ
イスラエル ハイファ ゴルダ メイア 27

(72)発明者 マスロフスキー ユージン
イスラエル ハイファ ゴット レヴィン 9/4

審査官 植木 隆和

(56)参考文献 特開2005-197591(JP,A)
特開2013-120872(JP,A)
特表2017-526973(JP,A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H01L 21/027
G03F 7/20
G03F 9/00