

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6215330号
(P6215330)

(45) 発行日 平成29年10月18日(2017.10.18)

(24) 登録日 平成29年9月29日(2017.9.29)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 L 21/66 (2006.01)	HO 1 L 21/66 J
GO 1 B 11/00 (2006.01)	GO 1 B 11/00 C

請求項の数 35 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2015-531193 (P2015-531193)	(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 ン
(65) 公表番号	特表2015-534267 (P2015-534267A)		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26日(2015.11.26)	(74) 代理人	110001210
(86) 国際出願番号	PCT/US2013/058254		特許業務法人Y K I 国際特許事務所
(87) 国際公開番号	W02014/039674	(72) 発明者	アミト エラン
(87) 国際公開日	平成26年3月13日(2014.3.13)		イスラエル ハイファ パルデス ハンナ ーカルクル ゲヴァ 3/6
審査請求日	平成28年9月2日(2016.9.2)	(72) 発明者	クレイン ダナ
(31) 優先権主張番号	61/696, 963		イスラエル ハイファ カーメリヤ アレ クサンダー ヤナイ 2/3
(32) 優先日	平成24年9月5日(2012.9.5)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
(31) 優先権主張番号	61/697, 159		
(32) 優先日	平成24年9月5日(2012.9.5)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 位置ずれ対象の不正確性を概算および補正するための方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

計測機器を較正するのに適した一以上の比例定数を生成する方法であって、
基板全体に分散する複数の測定位置の各測定位置における複数の計測測定信号を取得する工程であって、各測定位置において取得された前記複数の測定信号の各々が、複数の異なる測定条件の1つで前記測定位置を測定する計測機器によって生成される、工程と、
各測定信号に関する測定された計測値および一以上の品質メリットを決定する工程と、
前記測定された計測値および前記品質メリットを利用して、前記複数の異なる測定条件の1つに各々が対応する比例定数を決定する工程と、
後の計測測定値を生成するとき、後の対象の測定に使用される前記測定条件に対応する前記比例定数を使用するように前記計測機器を較正する工程と、
を含む、方法。

10

【請求項 2】

前記測定条件の各々に対応する前記比例定数を比較して、測定条件のどの組み合わせが最適化された測定レシピを生成するかを決定する工程と、
前記計測機器に、後の計測測定において前記最適化された測定レシピの利用を命令する工程と、をさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記最適化された測定レシピにより、前記計測測定値の不正確性の量が最小化される、請求項 2 に記載の方法。

20

【請求項 4】

前記複数の測定条件が様々なカラーフィルタである、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記複数の測定条件が様々な焦点位置である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記複数の測定条件が様々な光偏光である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記複数の測定条件が様々な対象タイプである、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

各測定位置が互いに近接して位置する複数の対象タイプを含む、請求項 7 に記載の方法

10

【請求項 9】

前記計測機器がオーバーレイ機器である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

前記測定された計測値がオーバーレイ測定値である、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記計測機器が限界寸法計測機器である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 12】

前記測定された計測値がスカトロメトリによって生成される値である、請求項 11 に記載の方法。

20

【請求項 13】

前記測定された計測値が偏光解析法によって生成される値である、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 14】

前記測定された計測値が CD - SEM によって生成される値である、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 15】

ネットワーク上で動作するように構成された計測機器であって、
プロセッサと、
 前記プロセッサに連結されたメモリと、
メモリに含まれ、前記プロセッサが実行することで、前記計測機器の較正に適した一
以上の比例定数を生成する方法を実施するための、一以上の命令と、を備え、前記方法が

30

基板全体に分散する複数の測定位置の各測定位置における複数の計測測定信号を取得することであって、各測定位置において取得された前記複数の測定信号の各々が、複数の異なる測定条件の 1 つで前記測定位置を測定する計測機器によって生成されることと、

各測定信号に関する測定された計測値および一以上の品質メリットを決定することと、
 前記測定された計測値および前記品質メリットを利用して、前記複数の異なる測定条件の 1 つに各々が対応する比例定数を決定することと、

後の計測測定値を生成するときに、後の対象の測定に使用される前記測定条件に対応する前記比例定数を使用するように前記計測機器を較正すること、を含む、計測機器。

40

【請求項 16】

計測機器によって比例定数を対象欠陥に関連させるためのプログラム命令を含む非一時的コンピュータ可読媒体であって、コンピュータシステムの一以上のプロセッサによる前記プログラム命令の実行によって、前記一以上のプロセッサに、

既知の欠陥を有する対象から計測信号を取得する工程であって、前記計測機器が、第一の測定条件を使用して第一の既知の比例定数を用いて前記計測信号を生成する、工程と、
 前記計測信号についての一以上の品質メリットを計算する工程と、

前記一以上の品質メリットと比例定数との組み合わせと、前記既知の欠陥とを関連させる工程と、

50

関連性を欠陥データベースに保存する工程と、を実行させる、非一時的コンピュータ可読媒体。

【請求項 17】

計測機器によって対象欠陥タイプを検出するためのプログラム命令を含む非一時的コンピュータ可読媒体であって、コンピュータシステムの一以上のプロセッサによる前記プログラム命令の実行によって、前記一以上のプロセッサに、

測定レシピに従い基板上の一以上の対象を測定することによって一以上の測定信号を生成する工程であって、前記測定レシピ内の少なくとも1つの測定条件が既知の比例定数を有する、工程と、

前記一以上の測定信号の各々についての一以上の品質メリットを生成する工程と、

前記既知の比例定数と前記一以上の品質メリットとの組み合わせと、欠陥データベース内の対象欠陥に関連する、一組の保存された比例定数と品質メリットとの組み合わせとを比較する工程と、を実行させる、非一時的コンピュータ可読媒体。

【請求項 18】

計測機器を較正するのに適した一以上の比例定数を生成するためのプログラム命令を含む非一時的コンピュータ可読媒体であって、

コンピュータシステムの一以上のプロセッサによる前記プログラム命令の実行によって、前記一以上のプロセッサに、

基板全体に分散する複数の測定位置の各測定位置における複数の計測測定信号を取得する工程であって、各測定位置において取得された前記複数の測定信号の各々が、複数の異なる測定条件の1つで前記測定位置を測定する計測機器によって生成される、工程と、

各測定信号に関する測定された計測値および一以上の品質メリットを決定する工程と、前記測定された計測値および前記品質メリットを利用して、前記複数の異なる測定条件の1つに各々が対応する比例定数を決定する工程と、

後の計測測定値を生成するとき、後の対象の測定に使用される前記測定条件に対応する前記比例定数を使用するように前記計測機器を較正する工程と、を実行させる、非一時的コンピュータ可読媒体。

【請求項 19】

前記方法が、

前記測定条件の各々に対応する前記比例定数を比較して、測定条件のどの組み合わせが最適化された測定レシピを生成するかを決定することと、

前記計測機器に、後の計測測定において前記最適化された測定レシピの利用を命令すること、をさらに含む、請求項 15 に記載の計測機器。

【請求項 20】

前記最適化された測定レシピにより、前記計測測定値の不正確性の量が最小化される、請求項 19 に記載の計測機器。

【請求項 21】

前記複数の測定条件が様々なカラーフィルタである、請求項 15 に記載の計測機器。

【請求項 22】

前記複数の測定条件が様々な焦点位置である、請求項 15 に記載の計測機器。

【請求項 23】

前記複数の測定条件が様々な光偏光である、請求項 15 に記載の計測機器。

【請求項 24】

前記複数の測定条件が様々な対象タイプである、請求項 15 に記載の計測機器。

【請求項 25】

各測定位置が互いに近接して位置する複数の対象タイプを含む、請求項 24 に記載の計測機器。

【請求項 26】

前記計測機器がオーバーレイ機器である、請求項 15 に記載の計測機器。

【請求項 27】

10

20

30

40

50

前記測定された計測値がオーバーレイ測定値である、請求項 2 6 に記載の計測機器。

【請求項 2 8】

前記計測機器が限界寸法計測機器である、請求項 1 5 に記載の計測機器。

【請求項 2 9】

前記測定された計測値がスカトロメトリによって生成される値である、請求項 2 8 に記載の計測機器。

【請求項 3 0】

前記測定された計測値が偏光解析法によって生成される値である、請求項 2 8 に記載の計測機器。

【請求項 3 1】

前記測定された計測値が C D - S E M によって生成される値である、請求項 2 8 に記載の計測機器。

【請求項 3 2】

計測機器によって比例定数を対象欠陥に関連させる方法であって、
既知の欠陥を有する対象から計測信号を取得する工程であって、前記計測機器が、第一の測定条件を使用して第一の既知の比例定数を用いて前記計測信号を生成する、工程と、
前記計測信号についての一以上の品質メリットを計算する工程と、
前記一以上の品質メリットと比例定数との組み合わせと、前記既知の欠陥とを関連させる工程と、

関連性を欠陥データベースに保存する工程と、
を含む、方法。

【請求項 3 3】

ネットワーク上で動作するように構成された計測機器であって
プロセッサと、
前記プロセッサに連結されたメモリと、
メモリに含まれ、前記プロセッサが実行することで、計測機器によって比例定数を対象欠陥に関連させる方法を実行するための一以上の命令と、を備え、前記方法が、
基板全体に分散する複数の測定位置の各測定位置における複数の計測測定信号を取得することであって、各測定位置において取得された前記複数の測定信号の各々が、複数の異なる測定条件の 1 つで前記測定位置を測定する計測機器によって生成されることと、
各測定信号に関する測定された計測値および一以上の品質メリットを決定することと、
前記測定された計測値および前記品質メリットを利用して、前記複数の異なる測定条件の 1 つに各々が対応する比例定数を決定することと、
後の計測測定値を生成するとき、後の対象の測定に使用される前記測定条件に対応する前記比例定数を使用するように前記計測機器を較正することと、を含む、計測機器。

【請求項 3 4】

計測機器によって対象欠陥タイプを検出するための方法であって、
測定レシピに従い基板上の一以上の対象を測定することによって、一以上の測定信号を生成する工程であって、前記測定レシピ内の少なくとも 1 つの測定条件が既知の比例定数を有する、工程と、
前記一以上の測定信号の各々についての一以上の品質メリットの生成する工程と、
前記既知の比例定数と前記一以上の品質メリットとの組み合わせと、欠陥データベース内の対象欠陥に関連づけられた、一組の保存された比例定数と品質メリットとの組み合わせとを比較する工程と、
を含む、方法。

【請求項 3 5】

ネットワーク上で動作するように構成された計測機器であって、
プロセッサと、
前記プロセッサに連結されたメモリと、
メモリに含まれ、前記プロセッサが実行することで、前記計測機器によって対象欠陥タ

10

20

30

40

50

イブを検出するための方法を実行するための一以上の命令と、を備え、前記方法が、
測定レシピに従い基板上の一以上の対象を測定することによって、一以上の測定信号を生成する工程であって、前記測定レシピ内の少なくとも1つの測定条件が既知の比例定数を有する、工程と、
前記一以上の測定信号の各々についての一以上の品質メリットの生成する工程と、
前記既知の比例定数と前記一以上の品質メリットとの組み合わせと、欠陥データベース内の対象欠陥に関連づけられた、一組の保存された比例定数と品質メリットとの組み合わせとを比較する工程と、を含む、
計測機器。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

優先権の主張

本願は、Eran Amitらによって「METHOD FOR ESTIMATING AND CORRECTING MISREGISTRATION TARGET INACCURACY」という名称で2012年9月5日に出願された所有者共通の同時係属の米国仮特許出願第61/696,963号の優先権の利益を主張するものであり、その開示全体が参照により本明細書に援用される。

【0002】

本願は、Eran Amitらによって「METHOD FOR ESTIMATING AND CORRECTING MISREGISTRATION TARGET INACCURACY」という名称で2012年9月5日に出願された所有者共通の同時係属の米国仮特許出願第61/697,159号の優先権の利益を主張するものであり、その開示全体が参照により本明細書に援用される。

20

【0003】

本願は、Eran Amitらによって「METHOD FOR ESTIMATING AND CORRECTING MISREGISTRATION TARGET LAYER INACCURACY」という名称で2013年2月13日に出願された所有者共通の同時係属の米国仮特許出願第61/764,441号の優先権の利益を主張するものであり、その開示全体が参照により本明細書に援用される。

30

【0004】

本願は、Eran Amitらによって「METHOD FOR ESTIMATING AND CORRECTING MISREGISTRATION INACCURACY BASED ON LOT OPTIMIZATION」という名称で2013年2月19日に出願された所有者共通の同時係属の米国仮特許出願第61/766,320号の優先権の利益を主張するものであり、その開示全体が参照により本明細書に援用される。

【0005】

本開示の態様は、計測測定に関し、より詳細には、オーバーレイ測定における対象のシステムの位置ずれ誤差を決定するための装置および方法に関する。

40

【背景技術】

【0006】

論理およびメモリ素子などの半導体素子の製造は、通常、さまざまな特徴および複数の層を形成するための数多くの処理工程を含む。例えば、層が、リソグラフィプロセスで形成され得る。リソグラフィの実行では、レチクルから半導体基板上に配置されたレジストにパターンを転写する。リソグラフィ処理工程または任意の他の処理工程の間に計測プロセスを使用し、半導体製造の精度を監視できる。例えば、計測プロセスでは、ウェーハの一以上の特性、例えば、プロセス工程中にウェーハに形成された特徴の寸法（例えば、線幅、厚さなど）を測定できる。非常に重要な特性の例に、オーバーレイ誤差がある。オーバーレイ測定は、一般に、第一のパターン層が、その上方または下方に配置された第二の

50

パターン層に対してどの程度正確に位置合わせされているか、または第一のパターンが、同じ層に配置された第二のパターンに対してどの程度正確に位置合わせられているかを特定する。オーバーレイ誤差は、通常、半導体基板の一以上の層上に形成された構造を有するオーバーレイ対象によって決定される。2つの層またはパターンが適切に形成されると、1つの層またはパターン上の構造が、他の層またはパターン上の構造と位置合わせする傾向がある。2つの層またはパターンが適切に形成されないと、1つの層またはパターン上の構造は、他の層またはパターン上の構造に対してオフセットまたは位置ずれする傾向がある。

【0007】

オーバーレイ誤差は、(1)確率的誤差と(2)システムの誤差との2つの成分に分けることができる。システムの精度などの確率的誤差は、十分に大きいサンプルサイズの測定によって平均化できる。しかしながら、システムの誤差は、平均化を利用しても除去できない。その理由は、それらは対象、基板それ自体、測定機器、またはそれらの任意の組み合わせに固有の偏りの結果であるからである。例えば、対象の形状は、オーバーレイ誤差の精度に影響を及ぼすように非対称であり得る。オーバーレイ誤差に関する、非対称の形状による影響の詳細な説明は、Daniel Kandelらによって「METHOD AND SYSTEM FOR PROVIDING A QUALITY METRIC FOR IMPROVED PROCESS CONTROL」という名称で2012年5月7日に出願された所有者共通の米国特許出願第13/508,495号に提供されており、その全体が本明細書に援用される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】米国特許出願公開第2010/0134778号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

この結果、システムのオーバーレイ誤差の影響を軽減するのに適したシステムおよび方法を提供することが望ましい。これは、本発明の実施形態が存在するこの文脈内にある。

【課題を解決するための手段】

【0010】

本開示の態様によれば、計測機器を調整するのに適した一以上の比例定数を生成するための方法は、基板全体に分散する複数の測定位置の各測定位置における複数の計測測定信号を取得することによって実行できる。各測定位置において取得される複数の測定信号の各々は、複数の異なる測定条件の1つにおける測定位置を測定する計測機器によって生成できる。その後、プロセスは、各測定信号に関する測定された計測値および一以上の品質メリットを決定することによって継続できる。次に、品質メリットおよび測定された計測値を使用して、複数の異なる測定条件の1つに各々が対応する比例定数を決定できる。その後、計測機器を、後の計測測定値を生成するときに、後の対象の測定に使用される測定条件に対応する比例定数を使用するように較正できる。

【0011】

本開示の追加の態様によれば、方法は、測定条件の各々に対応する比例定数を比較して、測定条件のどの組み合わせが最適化された測定レシピを生成するかを決定するための命令をさらに含むことができ、その後、計測機器に、後の計測測定において最適化された測定レシピの利用を命令する。

【0012】

本開示の態様によれば、測定条件は、限定するものではないが、様々なカラーフィルタ、様々な焦点位置、様々な光偏光、または様々な対象タイプでもよい。本開示のなおも追加の態様によれば、計測機器は、限定するものではないが、オーバーレイ測定機器、限界寸法測定機器、または三次元形状測定機器でもよい。本開示のなおも追加の態様によれば

10

20

30

40

50

、測定された計測値は、限定するものではないが限定するものではないが、オーバーレイ測定値でもよい。

【0013】

本開示の追加の態様によれば、計測機器によって比例定数を対象欠陥に関連させるための方法が記載される。方法は、既知の欠陥を有する対象から計測信号を取得する工程を含む。計測機器は、第一の測定条件を使用して計測信号を生成する。次に、方法は、計測信号についての一以上の品質メリットを計算することによって継続する。その後、方法は、一以上の品質メリットと比例定数との組み合わせと、既知の欠陥とを関連させることによって継続できる。次に、方法は、その関連性を欠陥データベースに保存する工程を含んでよい。

10

【0014】

本開示のなおも別の追加の態様によれば、計測機器によって対象欠陥タイプを検出するための方法が記載される。方法は、測定レシピに従い基板上の一以上の対象を測定することによって、一以上の測定信号を最初に生成する工程を含んでよい。測定レシピ内の少なくとも1つの測定条件は、既知の比例定数を有する。次に、方法は、一以上の測定信号の各々についての一以上の品質メリットの生成が要求され得る。その後、方法は、既知の比例定数と一以上の品質メリットとの組み合わせと、欠陥データベース内の対象欠陥に関連する、一組の保存された比例定数と品質メリットとの組み合わせとを比較することによって継続できる。

【0015】

本発明の目的および利点は、以下の詳細な説明を読み、添付図面を参照することによって明らかになる。

20

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1A】本開示の特定の態様に係る、比例定数を決定するのに適してよいシステムのブロック図である。

【図1B】本開示の態様に係る、図1Aに図示したシステムに使用できる基板の上面図である。

【図1C】本開示の態様に係る、図1Bに示した露光野の拡大図である。

【図1D】本開示の態様に係る、図1Aに図示したシステムに使用できるデータ処理プラットフォームのブロック図である。

30

【図2A】本開示の態様に係る、比例定数を用いて計測機器を較正するための方法のフロー図である。

【図2B】本開示の態様に係る、比例定数を用いて計測機器を較正するための方法を示す図2Aのフロー図とともに使用できるブロック図である。

【図3A】測定条件が対象タイプである本開示の態様とともに使用できる基板の上面図である。

【図3B】測定条件が対象タイプである場合に本開示の態様とともに使用できる図3Aの基板の領域の拡大上面図である。

【図4】本開示の態様に係る、対象欠陥タイプと比例定数との関連づけを構築するのに使用できる方法のフロー図である。

40

【図5】本開示の態様に係る、比例定数を使用して計測機器によって対象欠陥タイプを検出するのに使用できる方法のフロー図である。

【図6A】本開示のさまざまな態様を実施するのに使用できるプログラム命令を例示するブロック図である。

【図6B】本開示のさまざまな態様を実施するのに使用できるプログラム命令を例示するブロック図である。

【図6C】本開示のさまざまな態様を実施するのに使用できるプログラム命令を例示するブロック図である。

【発明を実施するための形態】

50

【 0 0 1 7 】

以下の詳細な説明は例示目的のための多くの具体的な詳細を含むが、当業者は、本発明の範囲内にある以下の詳細に対する多くの変化および変更を認識する。それ故、以下に記載する本発明の例示的な実施形態は、一般論のあらゆる損失がなく、かつ請求項に記載の発明に制限をかけることなく説明される。また、本発明の実施形態の構成要素は幾多の異なる向きに位置付けることができるため、方向に関する専門用語を例示目的のために使用し、向きは全く限定されない。他の実施形態を利用でき、本発明の範囲から逸することなく、構造的または論理的变化を為せることが理解される。

【 0 0 1 8 】

この文書では、用語「1つの(a)」および「1つの(an)」は、特許文書に一般的なように、1つまたは2つ以上を含むように使用される。この文書では、用語「または」は、非排他的な「または」を意味するように使用され、「AまたはB」は、他に指示がない限り、「AでありBではない」、「BでありAではない」、および「AおよびB」を含む。それ故に、以下の詳細な説明は、限定的な意味には解釈されず、本発明の範囲は、添付の請求項によって定義される。「選択的な」または「選択的に」は、後に記載する状況が起こっても起こらなくてもよいことを意味し、その記載は、状況が起こる場合と起こらない場合とを含む。例えば、装置が選択的に特徴Aを含む場合には、これは、特徴Aが存在してもしなくてもよいことを意味し、従って、この記載は、装置が特徴Aを有する構造と、特徴Aが存在しない構造との両方を含む。

【 0 0 1 9 】

本開示の態様は、計測測定における誤差概算を改善できるシステムおよび方法を記載する。具体的には、本開示の態様は、オーバーレイ測定における誤差概算を改善できる計測測定を記載する。しかしながら、追加の計測測定も本開示の態様から利益を得ることができ、オーバーレイ測定の使用が、本発明の具体的な態様を単に例示することに留意すべきである。

【 0 0 2 0 】

本開示の特定の態様によれば、オーバーレイ機器(OVL_{meas})によって測定された各対象におけるオーバーレイ誤差は、2つの成分の組み合わせであると仮定される。第一の成分は、精度測定(OVL_{acc})である。OVL_{acc}は、任意の測定方法に関するロバストな測定である。OVL_{acc}は、任意の測定において、直接に測定できない場合でさえも測定の正確な値が必要であるため、ロバストである。そのようなものとして、OVL_{acc}は、計測機器によって使用される測定レシピにかかわらず、常に同じである。それ故に、不正確性の測定には第二の成分が必須である。この仮定に従い測定されたオーバーレイを式1に記述できる。

【 数 1 】

$$OVL_{meas} = OVL_{acc} + Inaccuracy \quad (式1)$$

【 0 0 2 1 】

OVL_{acc}を決定するために、それ故に、各対象における不正確性の値を決定する必要がある。不正確性は、対象および/またはシステムの不完全性に対する測定方法の応答関数である。通常、不正確性は、式2によってモデルできる。しかしながら、式2の関数が直線関係に限定されず、単なる例示として解釈されるはずであることが本明細書において認識される。式2の関数が多様な数学的形式を取り得る予期される。

【 数 2 】

$$Inaccuracy = \alpha * Qmerit \quad (式2)$$

上記式において、Qmeritは品質メリットであり、 α は比例定数である。Qmeritは、測定された各対象について計算できる。品質メリットの計算は、Daniel Kandelらによって「METHOD AND SYSTEM FOR PROVIDING A QUALITY METRIC FOR IMPROVED PROCESS

10

20

30

40

50

CONTROL」という名称で2012年5月7日に出願された、所有者共通の米国特許出願第13/508,495号に詳細に記載されている。その全体が本明細書に援用される。比例定数は実数であり、各測定条件および不完全性のタイプに固有である。本明細書に使用する語句「測定条件」は、測定信号を取得するために計測機器によって使用されるパラメータを指す。限定するものではないが、一例として、測定条件は、カラーフィルタ、焦点位置、偏光、照射角度または対象タイプの選択を含んでよい。本明細書に使用する語句「測定信号」は、測定される基板の実際の特性に対応する、計測機器によって検出された信号を指す。一例として、オーバーレイ誤差の解析に使用されるデジタル画像（または、デジタル画像の生成に使用される一組の信号）は、測定信号でもよい。複数の測定条件の組み合わせは、「測定レシピ」と称することができる。本明細書に使用する語句「不完全性のタイプ」は、限定するものではないが、側壁角の非対称、対象厚の変化または測定システムの不完全性などの対象における欠陥を指す。

10

【0022】

それ故に、さまざまな測定条件および不完全性のタイプにおける比例定数がわかると、将来の測定の不正確性を決定できる。また、各測定条件における比例定数が既知になると、最適化された測定レシピを開発できる。本開示の追加の態様によれば、比例定数は、将来の欠陥識別のためにデータベース内に分類できる。各欠陥タイプを固有によって識別可能であるため、その後、所与の欠陥タイプに関連づけられたの出現を、具体的な欠陥に関する識別子として使用できる。そのようなものとして、本開示の態様は、追加の欠陥識別機能を持つオーバーレイシステムなどの計測機器を提供できる。

20

【0023】

図1Aは、半導体基板105上における対象117の計測測定中に発生するシステムの測定誤差を決定するのに利用できるシステム100のブロック図である。システム100は、基板105を備えてよい。本開示の全体にわたり使用される用語「基板」は、概して、半導体または非半導体材料から形成された基板を指す。例えば、半導体または非半導体材料は、限定するものではないが、単結晶シリコン、ガリウムヒ素およびリン化インジウムでもよい。基板105は、一以上の層を含んでよい。例えば、そのような層は、限定するものではないが、レジスト、絶縁材料、導体材料および半導体材料を含んでよい。多くの様々なタイプのそのような層が当技術分野において公知であり、本明細書に使用する基板という用語は、全てのタイプのそのような層をその上に形成できる基板を包含することが意図される。

30

【0024】

図1Bに示すように、基板105は、半導体ウェーハでもよく、リソグラフィ処理装置（例えば、ステッパー、スキャナなど）によって利用できる複数の露光野115を含んでよい。図1Cに示す露光野115の拡大図からわかるように、各露光野115内に複数のダイ116が存在してよい。ダイ116は、最終的に1つのチップになる機能ユニットである。生産基板105において、オーバーレイ計測対象117は、通常、スクライブラインエリア（例えば、露光野の四隅）に配置される。これは、通常、露光野の周囲（および、ダイの外側）の周りの回路がない領域である。ある場合には、オーバーレイ対象は、露光野の周囲ではないダイの間の領域である通路に配置できる。工学および特性基板（すなわち、非生産基板）は、露光野115の中心の至るところに多くのオーバーレイ対象を有することができる。

40

【0025】

基板105上に形成された一以上の層は、パターンングされても、されなくてもよい。例えば、基板は、再現性のあるパターンング特徴をその各々が有する複数のダイ116を含んでよい。そのような材料層の形成および処理によって、最終的に完成した装置を得ることができる。多くの様々なタイプの装置を基板上に形成できる。本明細書に使用する基板という用語は、当技術分野において公知の任意のタイプの装置をその上に製造できる基板を包含することが意図される。

【0026】

50

システム100は、計測機器106をさらに備えてよい。本明細書に使用する計測機器は、基板105において計測測定を実行できる任意の機器である。限定するものではないが、一例として、計測測定は、オーバーレイ測定機器107によって実行されるオーバーレイ測定でもよい。一例として、オーバーレイ測定機器107は、米国カリフォルニア州ミルピタス所在のKLA-Tencorから入手可能なArcher Seriesの任意のオーバーレイ計測システムでもよい。オーバーレイ機器107を図1Aに特定するが、計測機器106は、限定するものではないが、限界寸法(CD)または三次元形状測定などの任意の計測測定を行う機器でもよいことに留意すべきである。また、計測機器106は、限定するものではないが、スキヤトロメトリ、偏光解析法、走査電子顕微鏡法(SEM)など、またはそれらの任意の組み合わせの測定方法を利用できる。本開示の態様に好適となり得る追加の計測機器は、限定するものではないが、米国カリフォルニア州ミルピタス所在のKLA-Tencorから入手可能な計測機器のSpectraShape Familyを含んでよい。

10

【0027】

基板105において計測測定を実行し、計測測定から得ることができる計測信号を処理するための命令は、データ処理プラットフォーム108によって実行できる。データ処理プラットフォーム108は、計測機器106の外部に配置されても、計測機器106に内蔵されてもよい。

【0028】

図1Dに示すように、データ処理プラットフォーム108は、中央処理装置(CPU)131を含んでよい。一例として、CPU131は、デュアルコア、クアドコア、マルチコアまたはセルプロセッサアーキテクチャなどの任意の好適なプロセッサアーキテクチャに従い構成できる一以上のプロセッサを含んでよい。データ処理プラットフォーム108は、メモリ132(例えば、RAM、DRAM、ROMなど)も含んでよい。CPU131は、プロセス制御プログラム133を実行でき、その一部はメモリ132に保存できる。データ処理プラットフォーム108は、入出力(I/O)回路141、パワーサプライ(P/S)142、クロック(CLK)143およびキャッシュメモリ144などの周知の支持回路140も含んでよい。データ処理プラットフォーム108は、ディスクドライブ、CD-ROMドライブ、テープドライブ、またはプログラムおよび/もしくはデータを保存する同様のものなどの大容量記憶装置134を選択的に含んでよい。データ処理プラットフォーム108は、表示装置137、およびデータ処理プラットフォーム108とユーザとの間の相互作用を容易にするためのユーザインターフェースユニット138も選択的に含んでよい。表示装置137は、テキスト、数字または図示記号を表示する陰極線管(CRT)の形態でも、平面スクリーンの形態でもよい。ユーザインターフェースユニット138は、キーボード、マウス、ジョイスティック、ライトペン、または他のデバイスを含んでよい。データ処理プラットフォーム108は、ワイファイ、イーサネット(登録商標)ポートまたは他の通信方法を使用できるように構成されたネットワークインターフェース139を含んでよい。ネットワークインターフェース139は、電子通信ネットワーク159を介した通信を容易にするための、好適なハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、またはこれらの2つ以上のいくつかの組み合わせを組み込むことができる。ネットワークインターフェース139は、ローカルエリアネットワークおよびインターネットなどの広域ネットワークを通じた有線または無線通信を実施するように構成できる。データ処理プラットフォーム108は、ネットワーク159を通じて一以上のデータパケットによってファイル用のデータおよび/またはリクエストを送受信できる。前述の構成要素は、内部システムバス150を介して相互に信号を交換できる。データ処理プラットフォーム108は、本明細書に記載するような本発明の実施形態を実施するコードを起動するときに専用コンピュータになる汎用コンピュータでもよい。本開示の態様によれば、限定するものではないが、米国カリフォルニア州ミルピタス所在のKLA-Tencorから入手可能なK-T Analyzerなどの計測管理システムを、データ処理プラットフォーム108に据え付けることができるか、またはそれに利用できる。

20

30

40

50

【 0 0 2 9 】

図 2 A は、本開示の態様に係る、計測機器を調整するのに適した一以上の比例定数の生成に使用できる方法 2 0 0 を示すフローチャートである。最初に 2 6 1 において、基板全体に分散する複数の測定位置の各測定位置の計測測定信号 2 2 1 を取得できる。測定位置は、測定される計測対象 1 1 7 の位置でも、複数の対象 1 1 7 が互いに近接して設置される位置でもよい。各測定位置において取得された複数の測定信号 2 2 1 の各々は、複数の異なる測定条件の 1 つにおいて測定位置を測定する計測機器 1 0 6 によって生成できる。

【 0 0 3 0 】

図 2 B に、計測測定セット 2 2 0 が、複数の計測測定信号 2 2 1 を含むように図示されており、限定するものではないが、一例として、N の測定セット 2 2 0₁, 2 2 0₂, ..., 2 2 0_N が存在してよい。各測定セット 2 2 0 は、n 個の測定信号を有することができる。一例として、測定セット 2 2 0₁ は、第一の測定条件における (図 1 C に示す) 対象 1 1 7₁, 1 1 7₂, 1 1 7_n を包含する位置の測定によって生成された測定信号 2 2 1₁₋₁, 2 2 1₁₋₂, ..., 2 2 1_{1-n} を含んでよい。限定するものではないが、一例として、第一の測定条件は、測定を実行するための緑色光の使用でもよい。また、第二の計測測定セット 2 2 0₂ は、測定信号 2 2 1₂₋₁, 2 2 1₂₋₂, ..., 2 2 1_{2-n} を含んでよい。これらは、同じ対象 1 1 7₁, 1 1 7₂, 1 1 7_n の測定から得られる信号であるが、白色光を利用して測定を実行するなどの第二の測定条件における時間で測定されたものである。

【 0 0 3 1 】

その後、2 6 2 において、各測定信号 2 2 1 についての測定された計測値 2 2 2 および一以上の品質メトリット 2 2 3 を決定する。限定するものではないが、一例として、測定される計測値 2 2 2 は、測定されたオーバーレイ誤差 $OV L_{m e a s}$ でもよい。測定された計測値 2 2 2 および一以上の品質メトリットを決定するプロセスは、Daniel Kandele らによって「METHOD AND SYSTEM FOR PROVIDING A QUALITY METRIC FOR IMPROVED PROCESS CONTROL」という名称で 2 0 1 2 年 5 月 7 日に出版された、所有者共通の米国特許出願第 1 3 / 5 0 8 , 4 9 5 号に詳細に記載されている。その全体が本明細書に援用される。簡潔に言えば、オーバーレイ測定信号についての品質メトリットに関しての、品質メトリットの決定は、複数のオーバーレイアルゴリズムを一以上の取得した計測信号 2 2 1 に適用して幾多のオーバーレイの概算値を計算することによって達成できる。次に、期間またはこれらの計算したオーバーレイの概算値の分布に基づいて、基板の各々の抽出された計測対象 1 1 7 についての品質メトリット 2 2 3 を生成できる。

【 0 0 3 2 】

抽出された対象 1 1 7 の各々についての計測測定値 2 2 2 および品質メトリット 2 2 3 を決定した後、複数の測定条件の各々に対応する比例定数を、方法 2 0 0 のブロック 2 6 3 に示すように決定できる。

【 0 0 3 3 】

測定された計測値 2 2 2 および様々な測定条件を通じて取得された $Q m e r i t_{2 2 3}$ を使用することによって、(前述のように、全ての測定方法に共通の) $OV L_{a c c}$ のロバスト性を使用することによって、式 3 を最小化して各測定方法の比例定数を決定できる。

【 数 3 】

$$x^2 = \sum_{n=1}^N \sum_{c_1=1}^{N_c} \sum_{c_2=1}^{c_1-1} W_n \left[\left(OV L_{n,c_1} - \sum_d \alpha_{c_1}^{(d)} Qmerit_{n,c_1}^{(d)} \right) - \left(OV L_{n,c_2} - \sum_d \alpha_{c_2}^{(d)} Qmerit_{n,c_1}^{(d)} \right) \right]^2 \quad (式 3)$$

上記式において、n は各測定位置の位置指数であり、c 1 および c 2 は、様々な N_c 測定条件を表し、d は、(位置ごと、測定条件ごとに 2 つ以上のメトリットがある場合もあり得るため) それぞれのメトリット値の指数である。W_n は、正規化された重み関数であり、様

10

20

30

40

50

々な位置指数 n に、回帰のための様々な寄与をさせることができる。重み関数の使用は、品質メリットを必ずしも反映しないことがある基板についての追加の情報が既知であるときに有益となり得る。限定するものではないが、一例として、式へのそれらの寄与が、通常、より顕著になるであろうため、重み関数を利用して、追加の重みをアクティブデバイスに近接して位置する対象に提供できる。比例定数はサンプル全体に共通であるが、オーバーレイ測定および品質メリットは位置ごとおよび測定条件ごとに異なることにも留意するべきである。

【 0 0 3 4 】

そのようなものとして、方法は、比例定数を決定すると、計測機器が後の計測測定値を生成している場合に、後の対象の測定に使用される測定条件に対応する比例定数 2 2 4 を使用するよう計測機器 1 0 6 を較正することによって、ブロック 2 6 4 に継続できる。較正では、測定条件が既知であり、適切な比例定数を適用できるため、不正確な部分 ($Inacc. = * Qmerit$) を除去することによって、後に測定される計測値を自動的に調節できる。一例として、緑色光に伴う測定における比例定数を求めると、緑色光を利用する後の測定において、測定を較正して測定の不正確な部分を除去できる。それによって、正確な部分のみを示すことができる。

【 0 0 3 5 】

方法 2 0 0 は、ブロック 2 6 5 において、後の基板に計測機器を用いる最適測定レシピを生成することも選択的に含む。そのために計算された比例定数を有するように各測定条件を較正できるが、最小量の較正を必要とする測定条件（すなわち、不正確性の量が最も少ない測定条件）を利用することも場合によっては望ましい。それ故に、ブロック 2 6 5 において、（品質メリットおよび比例定数に基づいて）測定条件の各々に対応する不正確な概算値を比較することによって、測定条件のどの組み合わせが最適化された測定レシピを生成するかを決定し、方法 2 0 0 は継続できる。その後、方法 2 0 0 は、ブロック 2 6 6 において、後の計測測定において最適化された測定レシピを利用するように計測機器 1 0 6 に命令することも選択的に含んでよい。本明細書に使用するよう、最適化された測定レシピは、最小量の不正確性、測定スループットの向上、または（従来の T M U の定義に基づく）測定性能と不正確性を最小限に抑えることとの間の所望のようにバランスさせる測定レシピを含んでよい。しかしながら、明確さを期するために、最適化のみがレシピを変更し、較正機能は変更されないことに留意すべきである。本開示の追加の態様によれば、後の処理に用いる対象 1 1 7 の選択に関して行われる追加の最適化があり得る。前述のように、計測測定に使用する対象のタイプは、測定条件の 1 つとなり得る。限定するものではないが、一例として、計測対象は、ボックスインボックス (B i B)、アドバンスドイメージング計測 (A I M)、A I M i d、B l o s s o m、または多層 A I M i d 計測対象でもよい。所与のプロセスにおける最適化された対象タイプは、対象の各タイプの比例定数を決定することによって求めることができる。複数の測定条件において単一の対象を測定する代わりに、複数の対象タイプを、それらの位置が同一であると仮定できるほど互いに近接して位置付ける。その結果、同じ測定条件を利用して対象タイプの各々を測定できる。

【 0 0 3 6 】

図 3 A は、最適対象タイプを決定できる方法で処理された基板 1 0 5 の例である。見てわかるように、基板上には複数の位置 3 1 1, 3 1 2, 3 1 3 が存在する。各位置には複数の異なるタイプの対象が存在することができ、各位置は同じ複数の対象を有する。図 3 B に示すように、位置 3 1 1 は、3 つの異なる対象タイプ ($3 1 7_1, 3 1 7_2, 3 1 7_N$) を有する。対象は、同じ位置にあると仮定できるように、互いに十分に近くに形成される。一例として、対象は、それらのオーバーレイ差異が、要求される精度よりも小さい場合には、同じ位置にあると仮定されるように共に十分に近くに位置する。基板上に対象が形成されると、各対象の測定信号 2 2 1 が生成される。互いに近接して位置する対象が同じ位置に形成されたと仮定されるため、複数の測定信号 2 2 1 が、複数の位置 1 - N の各々に生成される。その後、測定信号 2 2 1 を利用して、方法 2 0 0 に記載したのと実質

10

20

30

40

50

的に同様に、対象タイプの各々についての比例定数を決定できる。

【 0 0 3 7 】

本開示の追加の態様によれば、比例定数を使用して計測機器の機能を拡張できる。具体的には、オーバーレイ計測機器では、様々な測定条件および/または様々な品質メトリックにおける精度の概算値の組み合わせを使用して、対象の不正確性に影響を及ぼす具体的な欠陥を特定できる。それによって、オーバーレイ機器の能力を伸ばす。本開示の追加の態様によれば、比例定数を単独で使用しても、欠陥タイプを特定できる。

【 0 0 3 8 】

図 4 は、本開示の態様に係る、対象欠陥と比例定数とに使用できる方法 4 0 0 のフローチャートを示す。最初に、ボックス 4 8 1 において、既知の欠陥を有する対象から計測信号を取得できる。計測機器は、第一の測定条件を使用して第一の既知の比例定数を用いて計測信号を生成する。次に、ボックス 4 8 2 において、結果として生じた計測信号から一以上の品質メリットを生成できる。ボックス 4 8 3 において、測定条件の比例定数と結果として生じた一以上の品質メリットとの組み合わせを、既知の対象欠陥に関連させ、対象欠陥データベースに保存できる。次に、ブロック 4 8 4 において、この関連性を欠陥データベースに保存できる。限定するものではないが、一例として、欠陥データベースは、データ処理プラットフォーム 1 0 8 におけるメモリ内に位置できる。その後、方法 4 0 0 を様々な測定条件において選択的に繰り返し、欠陥データベースに保存もできる既知の対象欠陥に対応する、追加の比例定数と品質メリットとの組み合わせを生成できる。

【 0 0 3 9 】

欠陥データベースが確立されると、図 5 の方法 5 0 0 を利用して対象欠陥を特定できる。最初にブロック 5 9 1 において、計測システムは、測定レシピに従い基板上の一以上の対象を測定することによって、一以上の測定信号を生成できる。測定レシピに使用される少なくとも 1 つの測定条件は、既知の比例定数を有するはずである。ブロック 5 9 2 において、測定信号を使用して、一以上の対象の各々についての一以上の品質メリットを生成できる。品質メリットは、本開示および/または参照により本開示に組み入れられる出願に記載すると実質的に同じ方法で生成できる。方法 5 0 0 は、次に、各々の測定された比例定数と品質メリットとの組み合わせと、欠陥データベースに保存された比例定数と品質メリットとの組み合わせとを比較することによって、ブロック 5 9 3 に継続できる。任意の測定された組み合わせと保存された組み合わせとの間に一致が見つかった場合には、欠陥の存在のしるしを生成できる。

【 0 0 4 0 】

本開示の追加の態様によれば、画像ベースのオーバーレイ測定を使用する場合には、 $Qmerit$ 値は、各対象の代わりに各処理層を用いて計算できる。各個別層の $Qmerit$ 値の計算によって、単一の層がオーバーレイ測定における実質的に全ての誤差に關与すると仮定しなくても、各個別層に起因する誤差の解析が可能になる。現在の層のいくつか、以前の層のいくつか、および層の組み合わせのいくつかについては $Qmerit$ 値を計算でき、それ以外には、各個別層の解析を可能にするために、式 3 と同様の公式を使用できる。式 4 ~ 6 は、複数の層を解析する本開示の態様を実施するのに実行できる調節を示す。

【 0 0 4 1 】

最初に、式 4 では、不正確な部分を拡張して複数の層 L を含むように、式 1 の OVL 測定を変える。

【 数 4 】

$$OVL_{meas} = OVL_{acc} + \sum_L Inacc_L \quad (式4)$$

上記式において、 OVL_{meas} は、測定されたオーバーレイであり、 OVL_{acc} は、較正されたオーバーレイであり、 $Inacc$ は、様々な層に起因する不正確性を表す。層 L についての不正確性は、その層について計算された $Qmerit$ を使用して概算される

。測定条件 c を使用する層 L についての $Inacc$ の最も簡単な概算を式 5 に示す。ただし、本開示の態様が、アルファと $Qmerit$ との直線関係に限定されないことに留意すべきである。

【数 5】

$$Inacc_{L,c} = \sum_d \alpha_{L,c}^{(d)} Qmerit_{L,c}^{(d)} \quad (式 5)$$

上記式において、 d は、オーバーレイの計算方法を示す。比例定数を求めるために、ウェーハのいくつかのサンプルを様々な測定条件において、式 6 の最小化によって測定する。

【数 6】

$$\chi^2 = \sum_{n=1}^N W_n \sum_{c_1=1}^{N_c} \sum_{c_2=1}^{c_1-1} \left[\left(OVL_{n,c_1} - \sum_L Inacc_{L,c_1,n} \right) - \left(OVL_{n,c_2} - \sum_L Inacc_{L,c_2,n} \right) \right]^2 \quad (式 6)$$

上記式において、 n は位置指数であり、 c_1 および c_2 は、様々な N_c 測定条件を表し、 L は、層指数である。 W_n は、正規化された重み関数であり、様々な位置指数 n に、回帰のための様々な寄与をさせることができる。比例定数はサンプル全体に共通であるが、オーバーレイ測定およびメリットは位置ごとおよび測定条件ごとに異なることに留意されたい。

【0042】

各測定タイプについての対象の不正確誤差を知ることによって、測定されたオーバーレイからこの項目を減少できる。その結果、より正確なオーバーレイ値を得ることができる。機器を校正してこれらの不完全誤差を解消する。さらに、多層解析によって、各方法における不正確誤差を概算できる。それ故に、個々の層についての最善の測定条件を特定できる。また、対象の要素の各々（例えば、ボックスインボックス対象の 8 つのバーの各々）の正確性は、前述した 1 つと実質的に同様の方法を使用して別々に計算できる。

【0043】

本開示のなおも別の追加の態様によれば、様々な条件において同じ基板を測定する代わりに、同じ測定条件で同一ロット内の複数の基板を測定することによって校正を実行できる。基板が同一ロットのものであるため、 OVL_{meas} および $Qmerit$ の値は異なり得るが、同じ基板位置における正確なオーバーレイが全ての基板について同じであると仮定できる。これらの仮定を使用して、同じアルファを全ての基板に使用できるという仮定と組み合わせることによって、式 7 を最小化してアルファ値を求めることができる。

【数 7】

$$\chi^2 = \sum_{n=1}^N \sum_{w_1=1}^{N_c} \sum_{w_2=1}^{w_1-1} W_n \left[\left(OVL_{n,w_1} - \sum_d \alpha^{(d)} Qmerit_{n,w_1}^{(d)} \right) - \left(OVL_{n,w_2} - \sum_d \alpha^{(d)} Qmerit_{n,w_2}^{(d)} \right) \right]^2 \quad (式 7)$$

上記式において、 w_1 および w_2 は、様々な基板についての表記であり、 n は位置指数である。同じアルファを全てのウェーハに使用し、品質メリットごとの自由パラメータが 1 つしかないことに留意されたい。ロットにおける複数の基板の測定によるオーバーレイ測定の校正の使用によって、基板ごとに必要なサンプルの数を減少できる。さらに、ロットにおける複数の基板の測定による校正は、サンプリング方式を監視するファブプロセスの既に一部であるプロセスの他に、追加の測定を必要としない。

【0044】

本開示の追加の態様によれば、未加工のオーバーレイ値が同じであると仮定する代わりに、オーバーレイモデルが同じであると仮定できる。そのようなものとして、校正を使用して、本開示の代替的な態様と実質的に同様に、様々な測定条件を使用して取得した測定値に基づいて、オーバーレイモデル間のマッチングを最適化できる。

【0045】

10

20

30

40

50

本開示のなおも別の追加の実施形態によれば、少なくとも1つの基準ソースがある場合には、計測機器測定と基準との差異を最小化するように測定条件を最適化できる。限定するものではないが、一例として、基準は、E t e s t、T E M、C D S E M、または（後に開発された測定の較正に使用できる）後のエッチデータから得ることができる。式3および式7については、基準は、測定条件「C」の1つであると考慮でき、ゼロの対応するQ m e r i t 値を有する。

【0046】

本開示のなおも別の追加の態様によれば、使用される各計測技術に共通の報告された値を得るために、複数の異なる計測機器についての較正機能を求めることができる。これは、いくつかの計測機器を使用して同じ値を測定するが、それらの各々が、異なる値および場合によりそれら独自の品質メリットを報告する場合に有益となり得る。複数の計測機器における較正を実施するために、各測定機器は、式3または式7における個々の測定条件「C」であるかのように扱われる。限定するものではないが、一例として、様々な測定機器は、その各々が、イメージング、スキャトロメトリ、C D S E M、T E Mまたは任意の他の計測測定などの技術を用いて値を測定できる。また、本開示のこの態様は、本開示に記載する他の態様と組み合わせることができる。限定するものではないが、一例として、測定を為すのに使用される任意の計測機器において、本開示の代替的な態様に従い使用できる複数の異なる測定条件が存在してよい。

【0047】

図6Aに示すように、計測機器を較正するための一組のシステム命令660を、例えば、データ処理プラットフォーム108によって実施できる。処理プラットフォーム108は、メモリ132または大容量記憶装置134などの非一時的コンピュータ可読媒体から実行可能な形態における命令660を検索できる。また、システム命令660は、プロセス制御プログラム133の一部でもよい。命令は、基板全体に分散する複数の測定位置の各測定位置における複数の計測測定信号を取得するための命令を含む。ブロック661において、各測定位置において取得された複数の測定信号の各々が、複数の異なる測定条件の1つにおける測定位置を測定する計測機器によって生成される。次に、ブロック662において、各測定信号に関する測定された計測値および一以上の品質メリットを決定するための命令が存在してよい。ブロック663において、測定された計測値および品質メリットを利用して、複数の測定条件のうちの1つに各々が対応する比例定数を決定するための命令が存在してよい。次に、ブロック664において、後の計測測定値を生成するとき、後の対象の測定に使用される測定条件に対応する比例定数を使用するように計測機器を較正するための命令が存在してよい。選択的に、ブロック665において、測定条件の各々に対応する比例定数を比較して、測定条件のどの組み合わせが最適化された測定レシピを生成するかを決定するための命令が存在してよい。最後に、ブロック666において、計測機器に、後の計測測定において最適化された測定レシピの利用を指示するための命令が存在してよい。

【0048】

図6Bに示すように、比例定数を対象欠陥に関連させるための一組のシステム命令680を、例えば、データ処理プラットフォーム108によって実施できる。処理プラットフォーム108は、メモリ132または大容量記憶装置134などの非一時的コンピュータ可読媒体に形成できる。また、システム命令680は、プロセス制御プログラム133の一部でもよい。ブロック681において、既知の欠陥を有する対象から計測信号を取得するための命令が存在してよい。計測機器は、第一の測定条件を使用して第一の既知の比例定数を用いて計測信号を生成する。次に、ブロック682において、計測信号についての一以上の品質メリットを計算するための命令が存在してよい。次に、ブロック683において、一以上の品質メリットと対応する一以上の比例定数との組み合わせと、既知の欠陥とを関連させるための命令が存在してよい。最後に、ブロック684において、その関連性を欠陥データベースに保存するための命令が存在してよい。

【0049】

図6Cに示すように、計測機器に関する対象欠陥を検出するための一組のシステム命令690を、例えば、データ処理プラットフォーム108によって実施できる。処理プラットフォーム108は、メモリ132または大容量記憶装置134などの非一時的コンピュータ可読媒体に形成できる。システム命令690は、また、プロセス制御プログラム133の一部でもよい。最初に、ブロック691において、測定レシピに従い基板上の一以上の対象を測定することによって一以上の測定信号を生成するための命令が存在してよい。上記式において測定レシピ内の少なくとも1つの測定条件は、既知の比例定数を有する。次に、ブロック692において、一以上の測定信号の各々についての一以上の品質メリットを生成するための命令が存在してよい。最後に、ブロック693において、既知の比例定数と一以上の品質メリットとの組み合わせと、欠陥データベース内の対象欠陥に関連する、一組の保存された比例定数と品質メリットとの組み合わせとを比較するための命令が存在してよい。

10

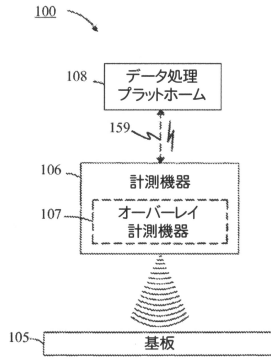
【0050】

本開示の態様が計測測定に関する多くの利益を提供することも、加えて留意するべきである。具体的には、測定較正は、較正される計測機器に固有であり、それゆえに、オーバーレイの記載に使用される特定のモデルなどの処理の選択に依存しない。また、不正確な項目の定量化が先行技術では不可能であるため、本開示の態様を利用することによって製品収量を改善できる。これにより、測定全体の不確実性(TMU)を上回る改善された精度を提供できる。さらに、本開示の態様によって可能な改善は、追加の計測対象を必要としない。それ故に、本開示の態様を実施するために、基板上において必要以上の空間を犠牲にしなくてもよい。また、較正によって可能なQualityの計算および不正確な概算値は、計測測定に追加の時間を加えない。それ故に、移動-取得-測定(MAM)時間が増大しない。さらになおも、本開示の態様は、測定レシピの最適化を改善する。また、本開示の態様は、計測プロセスを、計測機器が基板の処理における小さな変化を調節できるという点で「動的」にする。さらに、本開示の態様は、比例定数を使用して対象形状を識別できる。これは、対象形状の識別が焦点および線量用途に本開示の態様を使用するための追加の能力を提供できるため、特に有益である。最終的に、比例定数の使用によって、ここではこれを具体的な対象欠陥の特定に使用できるため、オーバーレイ機器などの計測機器の機能を拡張する。

20

30

【図 1 A】



【図 1 B】

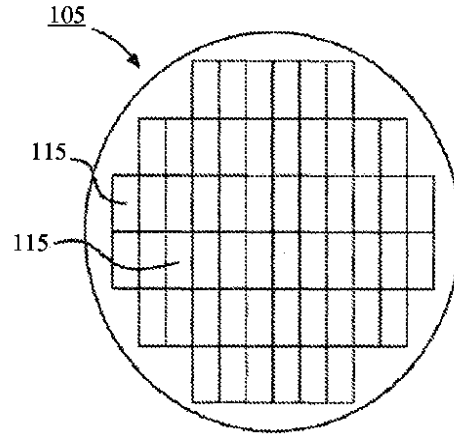


FIG. 1B

【図 1 C】

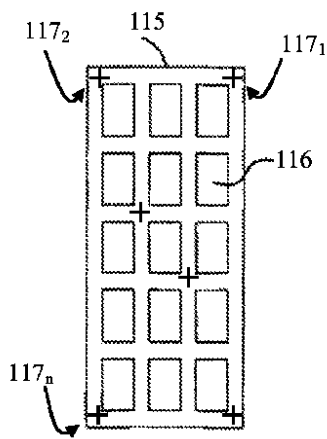
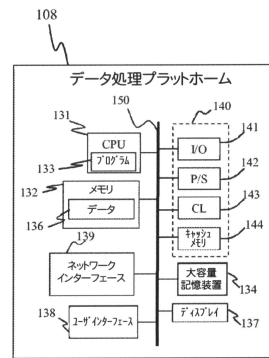
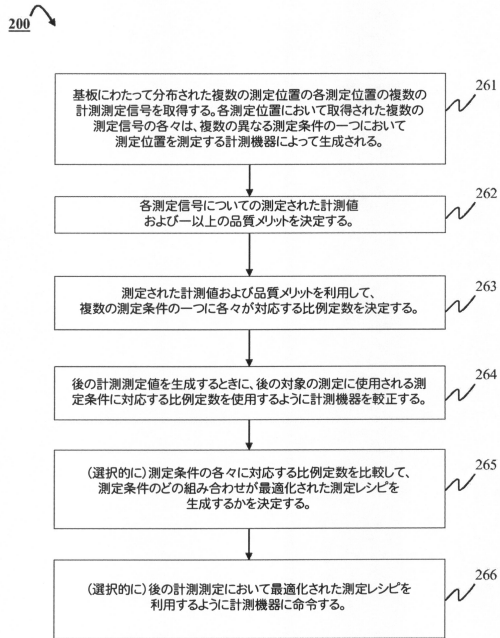


FIG. 1C

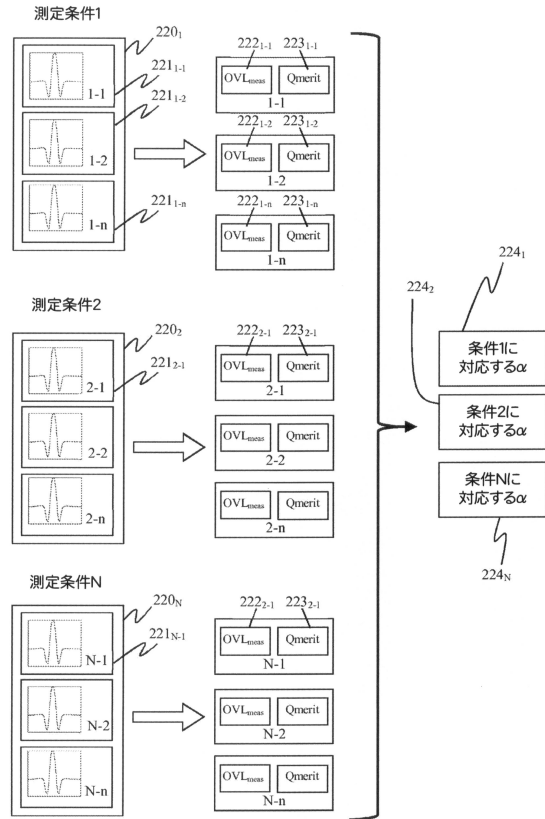
【図 1 D】



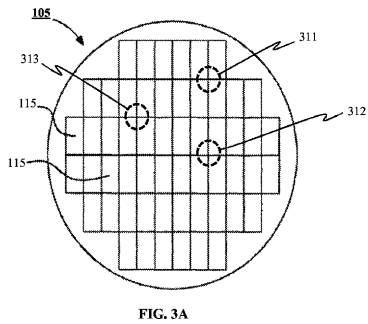
【図 2 A】



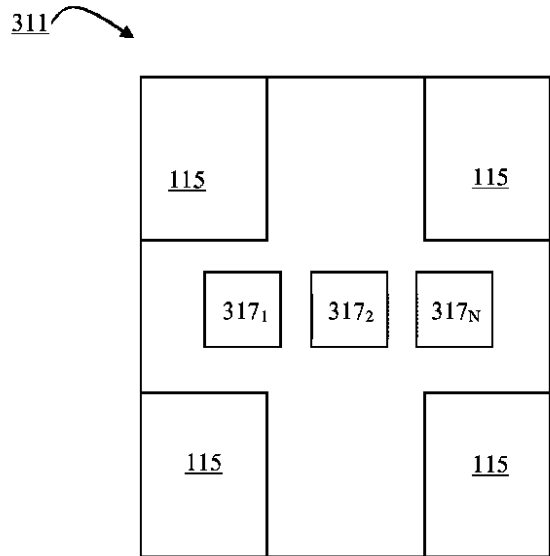
【図 2 B】



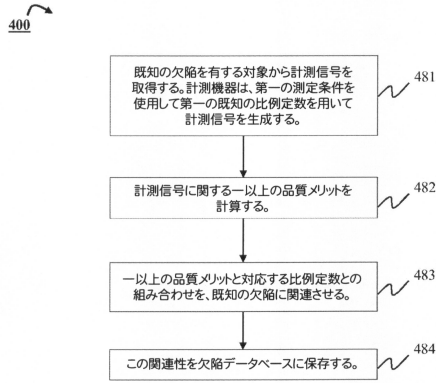
【図 3 A】



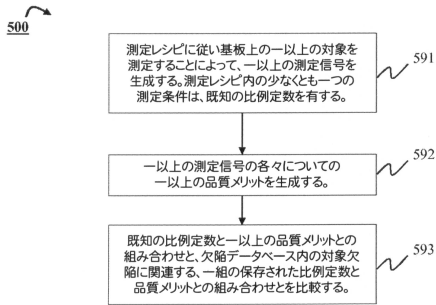
【図 3 B】



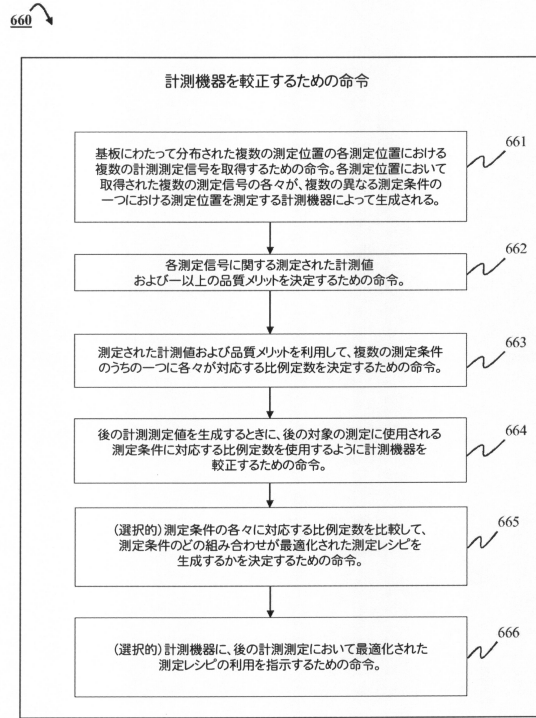
【図4】



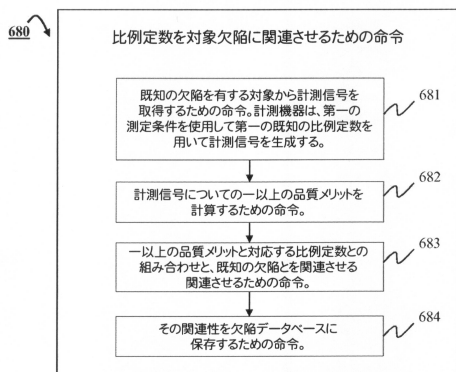
【図5】



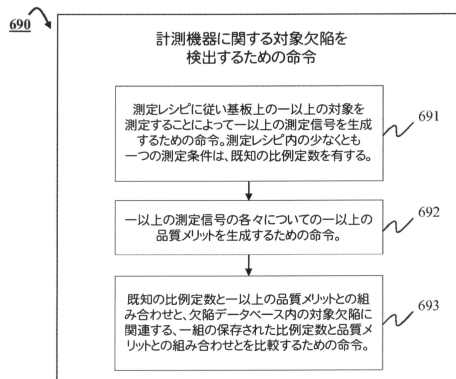
【図6A】



【図6B】



【図6C】



フロントページの続き

- (31)優先権主張番号 61/764,441
(32)優先日 平成25年2月13日(2013.2.13)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 61/766,320
(32)優先日 平成25年2月19日(2013.2.19)
(33)優先権主張国 米国(US)
(31)優先権主張番号 13/834,915
(32)優先日 平成25年3月15日(2013.3.15)
(33)優先権主張国 米国(US)

- (72)発明者 コーエン ガイ
イスラエル ヤアファ ディーエヌ ミス - ガフ
(72)発明者 ウィドマン アミル
イスラエル ディーエヌ ホフ ハカーメル エイン カーメル
(72)発明者 シュアル ニムロド
イスラエル ノフィット ハエメク 2 3 2
(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 メア 1 2
(72)発明者 アミル ヌリエル
イスラエル セント ヨクネアム ヤルデン ストリート 3 4

審査官 堀江 義隆

- (56)参考文献 特表2013-520795(JP,A)
特開2011-192769(JP,A)
特開2006-128186(JP,A)
米国特許出願公開第2011/0134419(US,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
H01L 21/66
G01B 11/00