

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7303887号

(P7303887)

(45)発行日 令和5年7月5日(2023.7.5)

(24)登録日 令和5年6月27日(2023.6.27)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 L 21/66 (2006.01)

H 0 1 L 21/66

J

G 0 1 B 11/26 (2006.01)

G 0 1 B 11/26

H

請求項の数 25 (全27頁)

(21)出願番号 特願2021-543396(P2021-543396)
(86)(22)出願日 令和2年1月21日(2020.1.21)
(65)公表番号 特表2022-523692(P2022-523692 A)
(43)公表日 令和4年4月26日(2022.4.26)
(86)国際出願番号 PCT/US2020/014308
(87)国際公開番号 WO2020/159737
(87)国際公開日 令和2年8月6日(2020.8.6)
審査請求日 令和5年1月17日(2023.1.17)
(31)優先権主張番号 62/797,557
(32)優先日 平成31年1月28日(2019.1.28)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)
(31)優先権主張番号 16/741,574
(32)優先日 令和2年1月13日(2020.1.13)
最終頁に続く

(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
(74)代理人 110001210
弁理士法人 Y K I 国際特許事務所
(72)発明者 マーシアノ タル
イスラエル ヨクネアム ヤール オデム
3 2 / 1 0
(72)発明者 アーモン ノア
イスラエル アールディー ミスガフ マ
ノフ
(72)発明者 クレイン ダナ
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
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 プロセス変動に対する計量感度を定量するためのスケーリング指標

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

オーバーレイ計量システムであって、

オーバーレイ計量ツールと可通信結合されるよう構成されたコントローラを備え、そのコントローラが、プログラム命令を実行するよう構成された1個又は複数個のプロセッサを有し、当該1個又は複数個のプロセッサが、それらプログラム命令に従い、

標本上の二組以上のオーバーレイターゲットについてのオーバーレイ計測結果であり、前記オーバーレイ計量ツールを構成設定するための計測パラメタの値複数通りによるものを、そのオーバーレイ計量ツールから受け取り、但し個々の組のオーバーレイターゲットのなかに、二通り以上のオーバーレイターゲットデザインのうち一通りを有するオーバーレイターゲットを含めるものとし、

前記二組以上のオーバーレイターゲットのうち少なくとも幾つかのオーバーレイターゲットに係るスケーリング指標値を求め、但し個々のオーバーレイターゲットに係るスケーリング指標を、それに対応する組のオーバーレイターゲットについてのオーバーレイ計測結果の標準偏差に基づくものとし、

前記二組以上のオーバーレイターゲットそれぞれに関し前記スケーリング指標値の変動性を判別し、且つ

前記二通り以上のオーバーレイターゲットデザインのうち最小のスケーリング指標変動性を呈するものを出力オーバーレイターゲットデザインとして選び、その出力オーバーレイターゲットデザインを、前記オーバーレイ計量ツールによる計測に備えその出力オーバーレイタ

ーゲットデザインに基づくオーバーレイターゲットを供試標本上に作成すべく1個又は複数個の作成ツールに供給するシステム。

【請求項2】

請求項1に記載のシステムであって、前記スケーリング指標が、前記オーバーレイ計測結果の加重標準偏差に基づくものであるシステム。

【請求項3】

請求項2に記載のシステムであって、前記オーバーレイ計測結果の加重標準偏差の荷重が、前記オーバーレイ計測ツールにより生成された計測信号のコントラスト及び感度のうち少なくとも一方に基づくものであるシステム。

【請求項4】

請求項1に記載のシステムであって、前記スケーリング指標 (S_{metric}) が $S_{metric} = \chi \cdot (\sum_{i=1}^N w_i (ovl_i - \langle ovl \rangle)^2)^{1/2}$ 、但し $\langle ovl \rangle = \sum_{i=1}^N w_i ovl_i$ であり、 N が前記オーバーレイ計測結果の個数であり、 i が計測パラメタインデクスであり、 ovl_i がそれら計測パラメタインデクスに係る前記オーバーレイ計測結果の値であり、 $\langle ovl \rangle$ がそれら N 個のオーバーレイ計測結果の加重平均であり、 w がそれら N 個のオーバーレイ計測結果それぞれに係る荷重であり、 χ が $+1$ 又は -1 であって前記二組以上のオーバーレイターゲットにおけるオーバーレイターゲットの非対称性の符号に対応しているシステム。

【請求項5】

請求項1に記載のシステムであって、前記計測パラメタに、
前記オーバーレイ計測ツールにおける照明の波長が含まれるシステム。

【請求項6】

請求項1に記載のシステムであって、前記計測パラメタに、
前記オーバーレイ計測ツールにおける照明の偏向が含まれるシステム。

【請求項7】

請求項1に記載のシステムであって、前記オーバーレイ計測ツールが、
画像ベースオーバーレイ計測ツールを備えるシステム。

【請求項8】

請求項1に記載のシステムであって、前記オーバーレイ計測ツールが、
スキャタロメトリベースオーバーレイ計測ツールを備えるシステム。

【請求項9】

オーバーレイ計測システムであって、
オーバーレイ計測ツールと可通信結合されるよう構成されたコントローラを備え、前記オーバーレイ計測ツールが画像ベースオーバーレイ計測ツールを備え、そのコントローラが、プログラム命令を実行するよう構成された1個又は複数個のプロセッサを有し、当該1個又は複数個のプロセッサが、それらプログラム命令に従い、

前記オーバーレイ計測ツールであり二通り以上のハードウェアコンフィギュレーションにより構成されたものから、標本の随所に分布する一組のオーバーレイターゲットについてのオーバーレイ計測結果であり、そのオーバーレイ計測ツールを構成設定するための計測パラメタの値複数通りによるものを受け取り、

前記二通り以上のハードウェアコンフィギュレーションによるオーバーレイ計測結果に基づき前記一組のオーバーレイターゲットに係るスケーリング指標値を求め、但し当該一組のオーバーレイターゲット中の個々のオーバーレイターゲットであり当該二通り以上のハードウェアコンフィギュレーションのうちの個々のハードウェアコンフィギュレーションで以て計測されたものに係るスケーリング指標を、当該個々のハードウェアコンフィギュレーションに係るオーバーレイ計測結果の標準偏差に基づくものとし、

前記二通り以上のハードウェアコンフィギュレーションそれぞれに係る前記スケーリング指標値の変動性を判別し、且つ

前記二通り以上のハードウェアコンフィギュレーションのうち最小のスケーリング指標変動性を呈するものを前記オーバーレイ計測ツールの出力ハードウェアコンフィギュレー

10

20

30

40

50

ションとして選び、その出力ハードウェアコンフィギュレーションを、前記オーバーレイターゲットの1個又は複数個の付加的実現物の計測に備えそのオーバーレイ計量ツールに供給するシステム。

【請求項10】

請求項9に記載のシステムであって、前記スケーリング指標が、前記オーバーレイ計測結果の加重標準偏差に基づくものであるシステム。

【請求項11】

請求項10に記載のシステムであって、前記オーバーレイ計測結果の加重標準偏差の荷重が、前記オーバーレイ計量ツールにより生成された計測信号のコントラスト及び感度のうち少なくとも一方に基づくものであるシステム。

【請求項12】

請求項9に記載のシステムであって、前記スケーリング指標 (S_{metric}) が $S_{metric} = \chi \cdot (\sum_{i=1}^N w_i (ovl_i - \langle ovl \rangle)^2)^{1/2}$ 、但し $\langle ovl \rangle = \sum_{i=1}^N w_i ovl_i$ であり、 N が前記オーバーレイ計測結果の個数であり、 i が計測パラメタインデクスであり、 ovl_i がある計測パラメタインデクスに係る前記オーバーレイ計測結果の値であり、 $\langle ovl \rangle$ がそれら N 個のオーバーレイ計測結果の加重平均であり、 w がそれら N 個のオーバーレイ計測結果それぞれに係る荷重であり、 χ が $+1$ 又は -1 であって前記一組のオーバーレイターゲットにおけるオーバーレイターゲットの非対称性の符号に対応しているシステム。

【請求項13】

請求項9に記載のシステムであって、前記計測パラメタに、
前記オーバーレイ計量ツールにおける照明の波長が含まれるシステム。

【請求項14】

請求項9に記載のシステムであって、前記計測パラメタに、
前記オーバーレイ計量ツールにおける照明の偏向が含まれるシステム。

【請求項15】

オーバーレイ計量システムであって、

オーバーレイ計量ツールと可通信結合されるよう構成されたコントローラを備え、そのコントローラが、プログラム命令を実行するよう構成された1個又は複数個のプロセッサを有し、当該1個又は複数個のプロセッサが、それらプログラム命令に従い、

一組のオーバーレイ個所におけるオーバーレイ不正確性を補正すべく一組のサイト別スケーリング因子を受け取り、但しそれらサイト別スケーリング因子が、当該一組のオーバーレイ個所に分布する一組の参照オーバーレイターゲットについてのオーバーレイ計測結果であり計測パラメタの値複数通りによるものに基づき生成されており、当該一組の参照オーバーレイターゲットが共通ターゲットデザインを有し、当該一組の参照オーバーレイターゲットがある既知な作成誤差空間分布を呈し、当該サイト別スケーリング因子が当該オーバーレイ計測結果の標準偏差に基づくものであり、

前記共通ターゲットデザインを有する少なくとも1個のオーバーレイターゲットであり供試標本上の前記一組のオーバーレイ個所のうち少なくとも1個の個所に所在するものから、少なくとも一通りの供試オーバーレイ計測結果を受け取り、且つ

少なくとも一通りの供試オーバーレイ計測結果をそれに対応するサイト別スケーリング因子で以て補正するシステム。

【請求項16】

請求項15に記載のシステムであって、前記サイト別スケーリング因子のうち少なくとも幾つかが、前記オーバーレイ計測結果の加重標準偏差に基づくものであるシステム。

【請求項17】

請求項16に記載のシステムであって、前記オーバーレイ計測結果の加重標準偏差の荷重が、前記オーバーレイ計量ツールにより生成された計測信号のコントラスト及び感度のうち少なくとも一方に基づくものであるシステム。

【請求項18】

10

20

30

40

50

請求項 15 に記載のシステムであって、前記 サイト別スケーリング因子 (S_{metric}) が $S_{metric} = \chi \cdot (\sum_{i=1}^N w_i (ovl_i - \langle ovl \rangle)^2)^{1/2}$ 、但し $\langle ovl \rangle = \sum_{i=1}^N w_i ovl_i$ であり、 N が前記オーバーレイ計測結果の個数であり、 i が計測パラメタインデクスであり、 ovl_i がある計測パラメタインデクスに係る前記オーバーレイ計測結果の値であり、 $\langle ovl \rangle$ がそれら N 個のオーバーレイ計測結果の加重平均であり、 w がそれら N 個のオーバーレイ計測結果それぞれに係る荷重であり、 χ が $+1$ 又は -1 であって前記一組の参照オーバーレイターゲットにおけるオーバーレイターゲットの非対称性の符号に対応しているシステム。

【請求項 19】

請求項 15 に記載のシステムであって、前記計測パラメタに、

前記オーバーレイ計量ツールにおける照明の波長が含まれるシステム。

10

【請求項 20】

請求項 15 に記載のシステムであって、前記計測パラメタに、前記オーバーレイ計量ツールにおける照明の偏向が含まれるシステム。

【請求項 21】

請求項 15 に記載のシステムであって、前記オーバーレイ計量ツールが、
画像ベースオーバーレイ計量ツールを備えるシステム。

【請求項 22】

請求項 15 に記載のシステムであって、前記オーバーレイ計量ツールが、
スキャタロメトリベースオーバーレイ計量ツールを備えるシステム。

20

【請求項 23】

オーバーレイ計量ツールを構成するための計測パラメタの複数の値で標本上のオーバーレイターゲットの 2 つ以上の組のオーバーレイ計測値を取得するステップであり、オーバーレイターゲットの特定の組は、2 つ以上のオーバーレイターゲットデザインのうちの 1 つを有するオーバーレイターゲットを含む、ステップと、

オーバーレイターゲットの 2 つ以上の組の中の少なくともいくつかのオーバーレイターゲットのスケーリング指標値を求めるステップであり、特定のオーバーレイターゲットの前記スケーリング指標値は、オーバーレイターゲットの対応する組のオーバーレイ計測値の標準偏差に基づくものである、ステップと、

オーバーレイターゲットの 2 つ以上の組のそれぞれの前記スケーリング指標値の変動性を求めるステップと、

30

最小のスケーリング指標変動性を有するオーバーレイターゲットの 2 つ以上の組の 1 つを、出力オーバーレイターゲットデザインとして選ぶステップであり、前記出力オーバーレイターゲットデザインは、前記オーバーレイ計量ツールによる計測に備えその出力オーバーレイターゲットデザインに基づくオーバーレイターゲットを供試標本上に作成すべく 1 つ以上の作成ツールに供給される、ステップと、

を有する方法。

【請求項 24】

画像ベースオーバーレイ計量ツールを備えるオーバーレイ計量ツールを構成するための計測パラメタの複数の値で標本にわたって分布されたオーバーレイターゲットの組のオーバーレイ計測値を、2 つ以上のハードウェアコンフィギュレーションで構成されたオーバーレイ計量ツールで取得するステップと、

40

前記 2 つ以上のハードウェアコンフィギュレーションによるオーバーレイ計測値に基づいてオーバーレイターゲットの組のスケーリング指標値を求めるステップであり、前記 2 つ以上のハードウェアコンフィギュレーションの内の特定のハードウェアコンフィギュレーションにより計測されたオーバーレイターゲットの組の特定のオーバーレイターゲットの前記スケーリング指標値は、前記特定のハードウェアコンフィギュレーションに関連するオーバーレイ計測値の標準偏差に基づくものである、ステップと、

前記 2 つ以上のハードウェアコンフィギュレーションのそれぞれに関連するスケーリング指標値の変動性を求めるステップと、

50

最小のスケーリング指標変動性を有する2つ以上のハードウェアコンフィギュレーションの1つを、前記オーバーレイ計量ツールの出力ハードウェアコンフィギュレーションとして選ぶステップであり、前記出力ハードウェアコンフィギュレーションは、前記オーバーレイターゲットの1つ以上の付加的实现物の計測に備えて前記オーバーレイ計量ツールに供給される、ステップと、

を有する方法。

【請求項25】

一組のオーバーレイ個所におけるオーバーレイ不正確性を補正すべく一組のサイト別スケーリング因子を取得するステップであり、前記サイト別スケーリング因子が、前記一組のオーバーレイ個所に分布する一組の参照オーバーレイターゲットについてのオーバーレイ計測結果であり計測パラメタの複数の値によるものに基づき生成され、前記一組の参照オーバーレイターゲットが共通ターゲットデザインを有し、前記一組の参照オーバーレイターゲットが既知の作成誤差空間分布を含み、前記サイト別スケーリング因子が前記オーバーレイ計測結果の標準偏差に基づくものである、ステップと、

前記共通ターゲットデザインを有する少なくとも1個のオーバーレイターゲットであり供試標本上の前記一組のオーバーレイ個所のうち少なくとも1個の個所に所在するものから、少なくとも一通りの供試オーバーレイ計測結果を取得するステップと、

少なくとも一通りの供試オーバーレイ計測結果を、対応するサイト別スケーリング因子で補正するステップと、

を有する方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本件開示は一般にオーバーレイ（重畳具合）の計測に関し、より具体的にはプロセス変動に対するオーバーレイ計量のロバスト性の評価に関する。

【背景技術】

【0002】

（関連出願への相互参照）

本願では、「プロセス変動に対する計量コンフィギュレーションの感度を定量するためのスケーリング指標SMETRIC」(SCALING METRIC SMETRIC FOR QUANTIFYING METROLOGY CONFIGURATION'S SENSITIVITY TO PROCESS VARIATION)と題しTal Marciano、Noa Armon及びDana Kleinを発明者とする2019年1月28日付米国仮特許出願第62／797557号に基づき米国特許法第119条(e)の規定による利益を主張し、参照によりその全容を本願に繰り入れることにする。

【0003】

オーバーレイ計量システムでは、通常、ターゲットフィーチャ（外形特徴）を有しそれらが注目標本層上に所在するオーバーレイターゲットの特性を解明することで、標本に備わる複数の層のアライメント（整列具合）を計測する。更に、それら複数の層のオーバーレイアライメントを、通常、その標本の様々な個所にある複数のオーバーレイターゲットのオーバーレイ計測結果を寄せ集めることで判別する。しかしながら、オーバーレイターゲットのオーバーレイ計測の正確性及び／又は再現性は、オーバーレイターゲット作成中のプロセスパラメタ及び／又は作成済オーバーレイターゲットの検査に用いられた計測パラメタの変動に対し、敏感になりうる。例えばプロセスパラメタ変動（例、層堆積、パターン露出、エッチング等に係るそれ）は、作成されたオーバーレイターゲットにおける想定デザインからのずれ（例、側壁角等の非対称性）につながることもあり、そのずれによりオーバーレイ計測に誤差が持ち込まれることがある。また例えば、所与の作成済オーバーレイターゲットについてのオーバーレイ計測の正確性は、オーバーレイ計量ツールに係る計測パラメタ（例、波長、偏向等）の厳密値により変動しうる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】米国特許出願公開第2017/0160074号

米国特許出願公開第2015/0185625号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

従って、オーバーレイターゲットデザインのロバスト性を評価するシステム又は方法を提供することが望ましかろう。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本件開示の1個又は複数個の例証的实施形態に従いオーバーレイ計量システムを開示する。ある例証的实施形態に係るシステムは、オーバーレイ計量ツールと可通信結合されるコントローラを有する。また、ある例証的实施形態では、そのコントローラが、標本上の二組以上のオーバーレイターゲットについてのオーバーレイ計測結果であり、そのオーバーレイ計量ツールを構成設定するための計測パラメタの値複数通りによるものを、そのオーバーレイ計量ツールから受け取る；但し、個々の組のオーバーレイターゲットのなかに、二通り以上のオーバーレイターゲットデザインのうち一通りを有するオーバーレイターゲットを含める。また、ある例証的实施形態では、そのコントローラが、当該二組以上のオーバーレイターゲットのうち少なくとも幾つかのオーバーレイターゲットに係るスケーリング指標値を求める；但し、個々のオーバーレイターゲットに係るスケーリング指標を、それに対応する組のオーバーレイターゲットのオーバーレイ計測結果の標準偏差に基づくものとする。また、ある例証的实施形態では、そのコントローラが、それら二組以上のオーバーレイターゲットそれぞれに関しスケーリング指標値の変動性を判別する。また、ある例証的实施形態では、そのコントローラが、それら二通り以上のオーバーレイターゲットデザインのうち最小のスケーリング指標変動性を呈するものを、出力オーバーレイターゲットデザインとして選択する；ここに、その出力オーバーレイターゲットデザインが1個又は複数個の作成ツールに供給され、そのオーバーレイ計量ツールにより計測される供試標本上に、その出力オーバーレイターゲットデザインに基づくオーバーレイターゲットがそのツールにより作成される。

【0007】

本件開示の1個又は複数個の例証的实施形態に従いオーバーレイ計量システムを開示する。ある例証的实施形態に係るシステムは、オーバーレイ計量ツールと可通信結合されるコントローラを有する。また、ある例証的实施形態では、そのコントローラが、二通り以上のハードウェアコンフィギュレーションで以て構成されたオーバーレイ計量ツールから、標本の随所に分布する一組のオーバーレイターゲットについてのオーバーレイ計測結果であり、そのオーバーレイ計量ツールを構成設定するための計測パラメタの値複数通りによるものを受け取る。また、ある例証的实施形態では、そのコントローラが、それら二通り以上のハードウェアコンフィギュレーションによるオーバーレイ計測結果に基づき当該一組のオーバーレイターゲットに係るスケーリング指標値を求める；但し、当該二通り以上のハードウェアコンフィギュレーション中の個々のハードウェアコンフィギュレーションで以て計測された、当該一組のオーバーレイターゲット中の個々のオーバーレイターゲットに係るスケーリング指標を、当該個々のハードウェアコンフィギュレーションに係るオーバーレイ計測結果の標準偏差に基づくものにする。また、ある例証的实施形態では、そのコントローラが、当該二通り以上のハードウェアコンフィギュレーションそれぞれに係るスケーリング指標値の変動性を判別する。また、ある例証的实施形態では、そのコントローラが、当該二通り以上のハードウェアコンフィギュレーションのうち最小のスケーリング指標変動性を呈するものを、そのオーバーレイ計量ツールの出力ハードウェアコンフィギュレーションとして選択する；ここに、その出力ハードウェアコンフィギュレーションがそのオーバーレイ計量ツールに供給され、そのツールによりそのオーバーレイターゲットの1個又は複数個の付加的实现物が計測される。

10

20

30

40

50

【0008】

本件開示の1個又は複数個の例証的实施形態に従いオーバーレイ計量システムを開示する。ある例証的实施形態に係るシステムは、オーバーレイ計量ツールと可通信結合されるコントローラを有する。また、ある例証的实施形態では、そのコントローラが、一組のオーバーレイ個所におけるオーバーレイ不正確性を補正すべく一組のサイト別スケールリング因子を受け取る。また、ある例証的实施形態では、それらサイト別スケールリング因子を、当該一組のオーバーレイ個所に分布する一組の参照オーバーレイターゲットについてのオーバーレイ計測結果であり、計測パラメタの値複数通りによるものに基づき生成する；但し、当該一組の参照オーバーレイターゲットはある共通ターゲットデザインを有するものとし、当該一組の参照オーバーレイターゲットがある既知な作成誤差空間分布を呈するものとする。また、ある例証的实施形態では、それらサイト別スケールリング因子を、それらオーバーレイ計測結果の標準偏差に基づくものとする。また、ある例証的实施形態では、そのコントローラが、その共通ターゲットデザインを有する少なくとも1個のオーバーレイターゲットであり、供試標本上の一組のオーバーレイ個所のうち少なくとも一個所に所在するものから、少なくとも一通りの供試オーバーレイ計測結果を受け取る。また、ある例証的实施形態では、そのコントローラが、それに対応するサイト別スケールリング因子で以て少なくとも一通りの供試オーバーレイ計測結果を補正する。

10

【0009】

本件開示の1個又は複数個の例証的实施形態に従い方法を開示する。ある例証的实施形態に係る方法では、参照標本の随所に分布する一組のオーバーレイターゲットについて、オーバーレイ計量ツールを構成設定するための計測パラメタの値複数通りで以てオーバーレイを計測する。また、ある例証的实施形態では、当該一組のオーバーレイターゲットがある共通ターゲットデザインを有し、且つある既知な作成誤差空間分布を呈する。また、ある例証的实施形態に係る方法では、それらオーバーレイ計測結果に基づき、それら一組のオーバーレイターゲットに係るスケールリング指標値を求める；但し、それら一組のオーバーレイターゲット中の個々のオーバーレイターゲットに係るスケールリング指標を、それらオーバーレイ計測結果の標準偏差に基づくものとする。また、ある例証的实施形態に係る方法では、指定公差内の作成誤差に対する非感受性をもたらす計測パラメタ値を含む計量レシピを、それらスケールリング指標値・計測パラメタ間の相関に基づき特定する。また、ある例証的实施形態に係る方法では、その共通ターゲットデザインを有し供試標本上にある少なくとも1個のオーバーレイターゲットのオーバーレイを、その特定された計量レシピで以て計測する。

20

30

【0010】

理解し得るように、前掲の概略記述及び後掲の詳細記述は共に専ら例示的且つ説明的なものであり、特許請求の範囲記載の発明を必ずしも限定するものではない。添付図面は明細書に組み込まれてその一部分を構成し、本発明の諸実施形態を描き出し、また当該概略記述と相俟ち本発明の諸原理を説明する役目を有している。

【0011】

本件技術分野に習熟した者（いわゆる当業者）には、添付図面を参照することで、本件開示の数多な長所をより良好に理解できよう。

【図面の簡単な説明】

40

【0012】

【図1A】本件開示の1個又は複数個の実施形態に係るオーバーレイ計量システムを描出する概念図である。

【図1B】本件開示の1個又は複数個の実施形態に従いオーバーレイ計量ツールを描出する概念図である。

【図1C】本件開示の1個又は複数個の実施形態に従いオーバーレイ計量ツールを描出する概念図である。

【図2】本件開示の1個又は複数個の実施形態に係り、プロセス変動に起因する非対称な側壁角を有するターゲットに関し、コントラスト精度及び不正確性と波長との関係のプロット図である。

50

【図 3 A】本件開示の 1 個又は複数個の実施形態に従いオーバーレイ不正確性への側壁非対称性強度の影響を描出するプロット図である。

【図 3 B】本件開示の 1 個又は複数個の実施形態に従いオーバーレイ不正確性への側壁非対称性符号の影響を描出するプロット図である。

【図 4 A】本件開示の 1 個又は複数個の実施形態に係り標本の随所に分布するオーバーレイターゲットの所在個所のプロット図である。

【図 4 B】本件開示の 1 個又は複数個の実施形態に係り、図 4 A に示したオーバーレイターゲットに関する、オーバーレイ計測結果と波長との関係のプロット図である。

【図 5 A】本件開示の 1 個又は複数個の実施形態に係るオーバーレイターゲットに備わるフィーチャのプロセス変動起因非対称性分布の模式図である。

10

【図 5 B】本件開示の 1 個又は複数個の実施形態に係り図 5 A に示した標本の随所に分布するオーバーレイターゲットのシミュレート図であり、各オーバーレイターゲットへの陰影付けにより S 指標値が表されている。

【図 6】本件開示の 1 個又は複数個の実施形態に従いオーバーレイターゲットデザインを選択する方法にて実行される諸ステップを描出するフロー図である。

【図 7 A】本件開示の 1 個又は複数個の実施形態に係り、プロセス変動を有する標本の随所に分布しており第 1 のオーバーレイターゲットデザインを有するオーバーレイターゲットに関する、S 指標のプロット図である。

【図 7 B】本件開示の 1 個又は複数個の実施形態に係り、プロセス変動を有する標本の随所に分布しており第 2 のオーバーレイターゲットデザインを有するオーバーレイターゲットに関する、S 指標のプロット図である。

20

【図 8】本件開示の 1 個又は複数個の実施形態に従いオーバーレイ計量ツールのハードウェアアコンフィギュレーションを選択する方法にて実行される諸ステップを描出するフロー図である。

【図 9】本件開示の 1 個又は複数個の実施形態に従いサイト別オーバーレイ不正確性補正用のサイト別スケールリング因子を生成する方法にて実行される諸ステップを描出するフロー図である。

【図 10】本件開示の 1 個又は複数個の実施形態に従いプロセス変動に対しロバストな計量レシビを特定する方法にて実行される諸ステップを描出するフロー図である。

【発明を実施するための形態】

30

【0013】

以下、添付図面に描かれている被開示主題を詳細に参照する。ある種の実施形態及びその具体的特徴との関連で本件開示を具体的に図示及び記述する。本願中で説明されている諸実施形態は、限定的なものではなく例証的なものであると解される。いわゆる当業者には明察されるべきことに、本件開示の神髄及び技術的範囲から離隔することなく形態及び細部に様々な改変及び修正を施すことができる。

【0014】

本件開示の諸実施形態は、オーバーレイターゲットデザイン、及び／又は、選択されたオーバーレイターゲットデザインに基づきオーバーレイを判別するためのレシビの、ロバスト性の評価を指向している。

40

【0015】

本願での認識によれば、半導体デバイスは、複数個のパターン化素材印刷層として基板上に形成することができる。各印刷層の作成は、これに限られるものではないが 1 個又は複数個の素材堆積工程、1 個又は複数個のリソグラフィ工程、1 個又は複数個のエッチング工程等、一連の処理工程を通じ行うことができる。更に、通常、各印刷層を指定公差内で作成しないと最終デバイスを適正に構築することができない。例えば、各層内の印刷要素の相対配置（例、オーバーレイ）をよく解明し、既作成層を基準にして制御しなければならない。そのためには、諸層のオーバーレイの効率的解明が可能となるよう、1 個又は複数個の印刷層上に計量ターゲットを作成すればよい。ひいては、ある印刷層上のオーバーレイターゲットフィーチャのずれで以て、その層上の印刷済デバイスフィーチャの印刷特性の

50

ずれを表せばよい。その上で、ある作成工程（例．１個又は複数個の標本層の作成後のそれ）にて計測されたオーバーレイを用いコレクタブル（補正変数）を生成し、そのコレクタブルによりプロセスツール（例．リソグラフィツール等）を精密に整列させることで、後の作成工程での付加的標本層の作成に備えればよい。

【００１６】

オーバーレイ計量を実行するに当たっては、通常、標本の随所に１個又は複数個のオーバーレイターゲットを作成し、各オーバーレイターゲットのフィーチャを注目標本層内に設け、それらフィーチャを作成対象デバイス又は部材に係るフィーチャと同時作成する。この構成では、オーバーレイターゲットの所在個所にて計測されたオーバーレイ誤差で以て、デバイスフィーチャのオーバーレイ誤差を表すことができる。ひいては、オーバーレイ計測結果を用い何個かの作成ツールを監視及び／又は制御することで、指定公差に則ったデバイス生産を維持することができる。例えば、ある標本上の先行層に対する現層のオーバーレイの計測結果をフィードバックデータとして利用することで、あるロット内の付加的な標本上での現層の作成ずれを、監視及び／又は軽減することができる。また例えば、ある標本上の先行層に対する現層のオーバーレイの計測結果をフィードフォワードデータとして利用することで、既存の層アライメントを勘案したやり方にて、同じ標本上に後続層を作成することができる。

10

【００１７】

オーバーレイターゲットに備わるフィーチャは、通常、注目標本層間オーバーレイ誤差に対し敏感となるよう特殊設計されている。従って、オーバーレイ計量ツールを用いそのオーバーレイターゲットの特性を解明すること、並びにその計量ツールの出力に基づきその標本上でのオーバーレイ誤差を求めるアルゴリズムを適用することで、オーバーレイ計測を実行することができる。

20

【００１８】

オーバーレイ計量ツールでは、標本層オーバーレイの判別に様々な技術を利用することができる。例えば画像ベースオーバーレイ計量ツールでは、オーバーレイターゲット（例．先進撮像計量（ＡＩＭ）ターゲット、ボックスインボックス計量ターゲット等）を照明し、相異なる標本層上に所在するオーバーレイターゲットフィーチャの画像を含め、オーバーレイ信号を獲得することができる。ひいては、それらオーバーレイターゲットフィーチャの相対位置を計測してオーバーレイを判別することができる。また例えば、スキャタロメトリベースオーバーレイ計量ツールでは、オーバーレイターゲット（例．格子オーバー格子計量ターゲット等）を照明し、その照明ビームの回折、散乱及び／又は反射に係りそのオーバーレイターゲットに発する輻射の角度分布を含め、オーバーレイ信号を獲得することができる。従って、照明ビームとそのオーバーレイターゲットとの相互作用についてのモデルに依拠しオーバーレイを判別することができる。

30

【００１９】

そのオーバーレイ計測技術の如何によらず、オーバーレイ計量ツールは、通常、オーバーレイ信号の生成に利用される一組の計測パラメタを含むレシピに従い、構成設定することができる。オーバーレイ計量ツールのレシピに含めうるものの例としては、これに限られるものではないが照明波長、標本に発する輻射の波長の検出値、標本上での照明スポットサイズ、入射照明の角度、入射照明の偏向、オーバーレイターゲット上における入射照明ビームの位置、そのオーバーレイ計量ツールの焦点体積におけるオーバーレイターゲットの位置等がある。従って、オーバーレイレシピに含める一組の計測パラメタを、複数個の標本層のオーバーレイを判別するのに適したオーバーレイ信号を生成しうるものとすることができる。

40

【００２０】

オーバーレイ計測の正確性及び／又は再現性は、オーバーレイレシピにより左右されると共に、これに限られるものではないが標本層の厚み、オーバーレイターゲットフィーチャのサイズ、オーバーレイターゲットフィーチャの密度又はピッチ、標本層の組成等、そのオーバーレイターゲットの具体的幾何形状に係る広範な要因によっても左右される。更に、その標本の随所にあるオーバーレイターゲットの具体的幾何形状が、予測可能、予測不能の両様に

50

て変動しうる。例えば、作成される諸層の厚みは、その標本に亘り既知分布に従い変動しうる（例．標本の中心では縁沿いより厚みが僅かに大きくなることを期待できる）し、欠陥に係るランダム揺らぎや諸処理工程のランダム変動に従い変動しうる。従って、特定のオーバーレイレシピを標本の全オーバーレイターゲットに適用した場合、仮にプロセス変動が指定作成公差内であっても、同じ正確性及び／又は再現性がもたらされることにはなりえない。

【0021】

所与アルゴリズムを用いてのオーバーレイ計測は、通常、オーバーレイターゲットに備わるフィーチャが完全に対称なフィーチャであり、完全に均一な素材で形成された完全に均一な標本層の上に発現している、という仮定の下に実行される。しかしながら、オーバーレイターゲットの作成に係るプロセス変動によって、設計特性からの作成オーバーレイターゲットのずれ（例．側壁非対称性等）が入り込むことがある。プロセス変動の例としては、膜層の堆積、膜層上のパターン露出、膜層上の露出済パターンのエッチング等における変動があろう。この場合、作成オーバーレイターゲットにおける設計特性からのずれが計測信号に及ぼす何らかの影響が、不適切にもオーバーレイ誤差のせいになれ、ひいてはそのオーバーレイ計測の不正確性と見なされることとなろう。

【0022】

更に、所与オーバーレイターゲット及び所与オーバーレイアルゴリズムの許で、計量レシピの違い（例．オーバーレイ計量ツールの構成の違い）により、プロセス誤差に対する感度の違いが現れることがある。言い換えれば、個々のオーバーレイターゲットの作成に係るプロセス変動に対し比較的ロバストな個々の計測レシピ（例．オーバーレイターゲットの特性を解明するためオーバーレイ計量ツールにより用いられる波長、偏向等の具体値）を特定することが、可能でありうる。その場合、ロバスト且つ正確なオーバーレイ計測を達成することができる。

【0023】

オーバーレイ計量に係る不正確性は、一般に、

$$\text{Overlay measured} = \varepsilon + \delta N \quad (1)$$

と記述することができる；但し ε は物理的なオーバーレイ誤差（例．別の標本層に対するある標本層のアライメント誤差）である。更に、不正確性を、計測パラメタ（例．計測レシピに係るそれ）の関数として定義することができる。例えば、オーバーレイ不正確性を、一般に、波長の関数たる

$$\text{Overlay measured}(\lambda) = \varepsilon + \delta N(\lambda) \quad (2)$$

として、記述することができる。

【0024】

ある実施形態では、設計特性からの作成オーバーレイターゲットのずれのうちプロセス変動に起因するものに対し敏感なスケーリング指標（S指標）を用い、オーバーレイターゲットが評価される。この構成では、個々のターゲットに適用された計量レシピのロバスト性を、S指標を用い評価することができる。例えば、相異なる計測パラメタ（例．相異なる計量レシピ）下でのターゲットのオーバーレイ計測を踏まえS指標を生成すればよい。

【0025】

本願での考察によれば、S指標を、ロバストなオーバーレイ計量を容易に行えるよう様々なやり方で用いることができる。ある実施形態によれば、S指標により、計量レシピの性質（例．波長、偏向等）の選択を容易に行うことができ、それにより、その標本の随所にプロセス変動が現れているときでも、個々のオーバーレイターゲットについてロバストな計測を行うことが可能となる。ロバストな計測レシピは、例えば、あるプロセス変動疑い範囲に亘り $\delta N \rightarrow 0$ （例．等式（1）参照）となるものとして、特徴付けることができる。

【0026】

また、ある実施形態によれば、標本の様々な個所に所在する複数個のオーバーレイターゲット実現物に関しS指標を評価することができる。この構成では、ターゲット所在個所に基づく計量レシピチューニングをS指標により容易に行うことができる。例えば、既知の

空間変動性プロセス変動を伴う標本の随所にある複数個のオーバーレイターゲット実現物に関し、S指標を評価することで、オーバーレイ計測のロバスト性を評価することができる。更に、ロバスト性の評価に何れの指標を用いてもよい。例えば、ある範囲のプロセス変動に亘りオーバーレイ不正確性を小さくすることで（例、 $\delta N \rightarrow 0$ ）、オーバーレイ計測結果が系統誤差なしのものになりその範囲内のプロセス変動に対し更に不感となることがありうる。また例えば、オーバーレイ不正確性が0に接近しないものの、ある範囲のプロセス変動に亘り比較的安定になることがありうる（例、 $\text{var}(\delta N) \rightarrow 0$ ）。この場合、オーバーレイ計測が比較的ロバストになりうるが、系統誤差を被ることとなろう。何れの場合でも、指定設計限度内に収まる計量レシピの選択をS指標により容易に行うことができる。

【0027】

また、ある実施形態によれば、相異なる設計を有する複数個のオーバーレイターゲット及び／又は様々なオーバーレイ計測アルゴリズムに関しS指標を評価することで、それら考慮下のターゲット及び／又はアルゴリズムの相対的ロバスト性を評価することができる。この構成では、ロバストなオーバーレイターゲット及び／又は計測アルゴリズムの選択をS指標により容易に行うことができる。

【0028】

本件開示の目的からして、オーバーレイ計量ツールに係るオーバーレイ信号のことを、そのオーバーレイ計量ツールの出力のうち、複数個の標本層上におけるオーバーレイターゲットフィーチャの相対位置（例、1個又は複数個のプロセッサを用いた分析等を経たそれ）を初め、オーバーレイを判別するのに十分な情報を有する出力のことであると、考えることができる。例えば、これは必須ではないが1個又は複数個のデータセット、1枚又は複数枚の画像、一通り又は複数通りの検出器読み値等が、オーバーレイ信号に含まれうる。

【0029】

本件開示を通じ用いられている語「標本」は、一般に、半導体又は非半導体素材で形成された基板（例、ウェハ等）のことを指している。半導体素材や非半導体素材の例としては、これに限られるものではないが単結晶シリコン、砒化ガリウム及び燐化インジウムがあろう。標本には1個又は複数個の層を設けることができる。そうした層の例としては、これに限られるものではないがレジスト、誘電体、導電体及び半導体素材があろう。本件技術分野ではそうした層の種類が数多く知られており、本願中で用いられている標本なる語には、想定上、その上にそうした層が形成されうる全ての種類の標本が包括される。標本上に形成される1個又は複数個の層は、パターン化されていなくてもよい。例えば、それぞれ反復的なパターン化フィーチャを有するダイ複数個が標本内に設けられていてもよい。それらの素材層の形成及び処理により、最終的にはデバイス完成品がもたらされよう。標本上には多種多様なデバイスが形成されうるのであり、本願中で用いられている標本なる語には、想定上、その上に本件技術分野で既知なデバイスが作成されるあらゆる種類の標本が包括される。更に、本件開示の目的からして標本及びウェハの語は互換的であると解すべきである。加えて、本件開示の目的からしてパターンニング装置、マスク及びレティクルの語は互換的であると解すべきである。

【0030】

図1Aは、本件開示の1個又は複数個の実施形態に係るオーバーレイ計量システム100を描出する概念図である。

【0031】

実施形態に係るオーバーレイ計量システム100は、何通りかのオーバーレイレシピに基づきオーバーレイターゲットからオーバーレイ信号を獲得するオーバーレイ計量ツール102を有している。例えば、オーバーレイ計量ツール102により標本104に照明を差し向け更にその標本104に発する輻射を集めることで、複数個の標本層のオーバーレイの判別に適したオーバーレイ信号を生成することができる。オーバーレイ計量ツール102は、標本104上のオーバーレイターゲットに係るオーバーレイの判別に適したオーバーレイ信号を生成するのに適するものであれば、本件技術分野で既知な何れの種類のオーバーレイ計量ツールとしてもよい。オーバーレイ計量ツール102が撮像モードで動作しても非撮像モードで動作して

10

20

30

40

50

もよい。例えば撮像モードでは、その標本上の照明スポット内にある個々のオーバーレイターゲット要素を、（例．明視野像、暗視野像、位相コントラスト像等の一部分として）分解・解像することができる。また例えば、オーバーレイ計量ツール１０２がスカタロメトリ（散乱計測法）ベースオーバーレイ計量ツール、即ちその標本からの輻射を瞳面にて検光してその標本１０４からの輻射の角度分布（例．その標本１０４による輻射の散乱及び／又は回折に係るそれ）を解明するツールとして、動作するのでもよい。

【００３２】

更に、何通りかのレシピに基づきオーバーレイ信号を生成するようそのオーバーレイツールを構成すること、またオーバーレイターゲットのオーバーレイを判別するのに適したオーバーレイ信号を獲得するための計測パラメタ群をそのレシピにより定めることができる。オーバーレイ計量ツールのレシピに含めうるものの例としては、これに限られるものではないが、照明波長、標本に発する輻射の波長の検出値、標本上での照明スポットサイズ、入射照明の角度、入射照明の偏向、オーバーレイターゲット上における入射照明ビームの位置、そのオーバーレイ計量ツールの焦点体積におけるオーバーレイターゲットの位置等がある。

【００３３】

また、実施形態に係るオーバーレイ計量システム１００は、オーバーレイ計量ツール１０２に可通信結合されたコントローラ１０６を有している。コントローラ１０６は、選択されている一通り又は複数通りのレシピに基づきオーバーレイ信号を生成せよとオーバーレイ計量ツール１０２に指令するよう、構成することができる。コントローラ１０６は、更に、これに限られるものではないがオーバーレイ計量ツール１０２からのオーバーレイ信号を初めとするデータを受け取るよう、構成することができる。加えて、コントローラ１０６は、獲得したオーバーレイ信号に基づきオーバーレイターゲットに係るオーバーレイを判別するよう、構成することができる。

【００３４】

また、実施形態におけるコントローラ１０６は１個又は複数個のプロセッサ１０８を有している。例えば、その１個又は複数個のプロセッサ１０８を、記憶デバイス１１０或いはメモリ内に保持されている一組のプログラム命令を実行するよう構成することができる。コントローラ１０６に備わる１個又は複数個のプロセッサ１０８には、本件技術分野で既知なあらゆる処理素子が含まれうる。その意味で、当該１個又は複数個のプロセッサ１０８には、アルゴリズム及び／又は命令を実行するよう構成されたあらゆるマイクロプロセッサ型デバイスが含まれうる。更に、記憶デバイス１１０には、１個又は複数個の連携先プロセッサ１０８にて実行可能なプログラム命令群を格納するのに適し本件技術分野で既知な、あらゆる格納媒体が含まれうる。例えば、記憶デバイス１１０には非一時的記憶媒体が含まれうる。記憶デバイス１１０の別例としては、これに限られるものではないがリードオンリメモリ、ランダムアクセスメモリ、磁気又は光記憶デバイス（例．ディスク）、磁気テープ、固体ドライブ等であろう。更に注記されることに、記憶デバイス１１０を、１個又は複数個のプロセッサ１０８と共に、共通コントローラハウジング内に収容してもよい。

【００３５】

図１Ｂは、本件開示の１個又は複数個の実施形態に従いオーバーレイ計量ツール１０２を描出する概念図である。実施形態におけるオーバーレイ計量ツール１０２は、照明ビーム１１４を生成するよう構成された照明源１１２を有している。照明ビーム１１４は、これに限られるものではないが紫外（ＵＶ）輻射、可視輻射、赤外（ＩＲ）輻射等を初め一通り又は複数通りの指定波長の光を、含むものとすることができる。

【００３６】

照明源１１２には、照明ビーム１１４を供給するのに適したあらゆる種類の照明源が含まれうる。実施形態の一つは、照明源１１２がレーザ光源であるものである。その照明源１１２の例としては、これに限られるものではないが１個又は複数個の狭帯域レーザ光源、広帯域レーザ光源、超連続体（超広帯域）レーザ光源、白色レーザ光源等であろう。この構成では、その照明源１１２により供給される照明ビーム１１４が、高いコヒーレンス

10

20

30

40

50

(例．高い空間コヒーレンス及び／又は時間コヒーレンス)を呈するものとなろう。実施形態の他の一つは、照明源 1 1 2 がレーザ維持プラズマ (L S P) 光源の態を採るものである。その照明源 1 1 2 の例としては、これに限られるものではないが L S P ランプ、L S P バルブ、L S P チャンバ等、一種類又は複数種類の元素を好適に収容でき、レーザ光源によりその元素をプラズマ状態に励起することで広帯域照明が放射されるものがある。実施形態の他の一つは、照明源 1 1 2 がランプ光源の態を採るものである。その照明源 1 1 2 の例としては、これに限られるものではないがアークランプ、放電ランプ、無電極ランプ等がある。この構成では、その照明源 1 1 2 により供給される照明ビーム 1 1 4 が、低いコヒーレンス (例．低い空間コヒーレンス及び／又は時間コヒーレンス)を呈するものとなろう。

10

【0037】

また、実施形態に係るオーバーレイ計量システム 1 0 0 は、標本 1 0 4 の照明向けに照明ビーム 1 1 4 のスペクトルを制御する波長選択デバイス 1 1 6 を有している。波長選択デバイス 1 1 6 の例としては、指定スペクトル (例．中心波長、帯域幅、分光プロファイル等)を有する照明ビーム 1 1 4 を供給するのに適した可調フィルタがある。また例えば、波長選択デバイス 1 1 6 により可調照明源 1 1 2 の一通り又は複数個の制御セッティングを調整することで、照明ビーム 1 1 4 のスペクトルを直に制御してもよい。更に、コントローラ 1 0 6 を照明源 1 1 2 及び／又は波長選択デバイス 1 1 6 に可通信結合させ、それにより照明ビーム 1 1 4 のスペクトルの一通り又は複数通りの性質を調整してもよい。

【0038】

20

また、実施形態におけるオーバーレイ計量ツール 1 0 2 は、照明路 1 1 8 を介し標本 1 0 4 に照明ビーム 1 1 4 を差し向けている。照明路 1 1 8 には 1 個又は複数個の光学部材、例えば照明ビーム 1 1 4 を修正及び／又は調光しその照明ビーム 1 1 4 を標本 1 0 4 に差し向けるのに適したものを、設けることができる。例えば、照明路 1 1 8 に、これは必須ではないが 1 個又は複数個のレンズ 1 2 0 (例．照明ビーム 1 1 4 を平行光化するため、瞳面及び／又は視野面を中継するため等のそれ)、照明ビーム 1 1 4 の偏向を調整するための 1 個又は複数個のポライザ 1 2 2、1 個又は複数個のフィルタ、1 個又は複数個のビームスプリッタ、1 個又は複数個のディフューザ、1 個又は複数個のホモジナイザ、1 個又は複数個のアポダイザ、1 個又は複数個のビーム整形器、1 個又は複数個の鏡 (例．静止鏡、並進鏡、走査鏡等)等を設けることができる。また、実施形態におけるオーバーレイ計量ツール 1 0 2 は対物レンズ 1 2 4 を有しており、それによって、照明ビーム 1 1 4 を標本 1 0 4 (例．オーバーレイターゲット要素を有しそれら要素が標本 1 0 4 の複数個の層上に所在しているオーバーレイターゲット)上へと合焦させている。また、実施形態における標本 1 0 4 の配置先は、その標本 1 0 4 を固持するのに適する標本ステージ 1 2 6 上であり、これは更に、照明ビーム 1 1 4 を基準にして標本 1 0 4 を位置決めするよう構成されている。

30

【0039】

また、実施形態におけるオーバーレイ計量ツール 1 0 2 は 1 個又は複数個の検出器 1 2 8 を有しており、標本 1 0 4 (例．標本 1 0 4 上のオーバーレイターゲット)に発する輻射 (例．標本輻射 1 3 0)を集光路 1 3 2 経由で捉え、その標本 1 0 4 の複数個の層のオーバーレイを示す 1 個又は複数個のオーバーレイ信号を生成するよう、その検出器が構成されている。集光路 1 3 2 には、これに限られないが 1 個又は複数個のレンズ 1 3 4、1 個又は複数個のフィルタ、1 個又は複数個のポライザ、1 個又は複数個のビームブロック、1 個又は複数個のビームスプリッタ等を初め、対物レンズ 1 2 4 により集光された照明を差し向け及び／又は修正する複数個の光学素子を設けることができる。例えば、検出器 1 2 8 にて、集光路 1 3 2 上の諸素子 (例．対物レンズ 1 2 4、1 個又は複数個のレンズ 1 3 4 等)によりもたらされる標本 1 0 4 の像を受け取るのでもよい。また例えば、検出器 1 2 8 にて、標本 1 0 4 から (例．鏡面反射、拡散反射等を通じ)反射又は散乱されてきた輻射を受光するのでもよい。また例えば、検出器 1 2 8 にて、標本により生成された輻射 (例．照明ビーム 1 1 4 の吸収に係るルミネッセンス等)を受光するのでもよい。また例え

40

50

ば、検出器 128 にて、標本 104 から一通り又は複数通りの回折次数の輻射（例．0 次回折、±1 次回折、±2 次回折等）を受光するのでもよい。

【0040】

オーバーレイ計量ツール 102 の照明路 118 及び集光路 132 は、照明ビーム 114 で以て標本 104 を照明すること及びその入射照明ビーム 114 に応じその標本 104 から発せられる輻射を集光することに適する広範な構成に従い、配向（向き設定）することができる。例えば図 1B に描かれている通りオーバーレイ計量ツール 102 内にビームスプリッタ 136 を設け、標本 104 への照明ビーム 114 の差し向けとその標本 104 に発する輻射の集光とが対物レンズ 124 により同時並行的に行われることとなるよう、それを配向することができる。また例えば、照明路 118 及び集光路 132 を互いに重ならない光路で構成してもよい。

10

【0041】

図 1C は、本件開示の 1 個又は複数個の実施形態に従いオーバーレイ計量ツール 102 を描出する概念図である。実施形態における照明路 118 及び集光路 132 は別々の素子群で構成されている。例えば、照明路 118 では第 1 集束素子 138 を利用し標本 104 上に照明ビーム 114 を合焦させることができ、集光路 132 では第 2 集束素子 140 を利用しその標本 104 からの輻射を集光することができる。この構成では、第 1 集束素子 138 の数値開口と第 2 集束素子 140 のそれとを、異なるものとすることができる。ある実施形態によれば、1 個又は複数個の光学部材を可回動アーム（図示せず）に搭載しそのアームを標本 104 周りで枢動させること、ひいては標本 104 上への照明ビーム 114 の入射角をその可回動アームの位置により制御することができる。

20

【0042】

本願既述の通り、オーバーレイ計量ツール 102 は、何通りかのオーバーレイレシピ（例．何組かの計測パラメタ）を用い標本 104 上のオーバーレイターゲットに係るオーバーレイ信号を生成するよう、構成することができる。更に、オーバーレイ計量ツール 102 にてそれら計測パラメタの迅速チューニングを行い、別々のレシピに基づく複数通りのオーバーレイ信号を速やかに獲得されるようにすることができる。例えば、本オーバーレイ計量システム 100 のコントローラ 106 を、オーバーレイ計量ツール 102 の可調部材 1 個又は複数個に可通信結合させ、それによってその可調部材をオーバーレイレシピに従い構成設定することができる。

30

【0043】

オーバーレイレシピには、これに限られるものではないが照明ビーム 114 の波長（例．中心波長）、帯域幅及び分光プロファイル等、標本上に入射する照明ビーム 114 のスペクトルの一通り又は複数通りの性質を、計測パラメタとして含めることができる。例えば、コントローラ 106 を照明源 112 及び／又は波長選択デバイス 116 に可通信結合させ、それによりオーバーレイレシピに従い照明ビーム 114 のスペクトルを調整することができる。

【0044】

実施形態における波長選択デバイス 116 は 1 個又は複数個の位置可調分光フィルタを有しており、同フィルタ上での照明ビーム 114 の位置を修正することで、入射照明ビーム 114 の分光特性（例．中心波長、帯域幅、分光透過率値等）を速やかにチューニングすることができる。更に、位置可調分光フィルタには、これに限られるものではないがローパスフィルタ、ハイパスフィルタ、バンドパスフィルタ、バンドリジエクトフィルタ等、あらゆる種類の分光フィルタを含めることができる。

40

【0045】

例えば、位置可調分光フィルタが 1 枚又は複数枚の薄膜を有し、それが位置可調カットオフ波長を有するエッジフィルタとして動作するのでもよい。この構成では、そのフィルタ上での照明ビーム 114 の位置を修正することで、カットオフ波長をチューニングすることができる。例えば、ローパスエッジフィルタであればカットオフ波長未満の波長を（例．透過又は反射を通じ）通過させることができ、ハイパスエッジフィルタであれば

50

カットオフ波長超の波長を通過させることができる。更に、ローパスエッジフィルタをハイパスエッジフィルタと組み合わせることでバンドパスフィルタを形成してもよい。

【0046】

次に、図2～図10を参照し、プロセス変動に対するオーバーレイ計量ターゲットの感度を評価するためのスケーリング指標（S指標）について、より詳細に記述する。

【0047】

本願既述の通り、オーバーレイ計量ターゲット（及びそれに関連するデバイスフィーチャ）の作成中におけるプロセス変動により、作成されるオーバーレイターゲットに設計特性からのずれが生じることがある。例えば、膜堆積工程におけるプロセス変動により、これに限られるものではないが厚み、均質性、屈折率等、標本層の特性変動が生じることがある。また例えば、露出工程における変動により、素子露出パターンに設計パターンからのずれが生じることがある。また例えば、エッチング工程における変動により、これに限られるものではないが側壁角非対称性等、作成されるフィーチャに露出パターンからのずれが生じることがある。

【0048】

オーバーレイターゲットに対するプロセス変動の影響は、大まかには、非対称的変動及び対称的変動という2個のカテゴリに区分することができる。非対称的変動の特徴は、オーバーレイターゲットに備わる1個又は複数個の要素の、或いはそのオーバーレイターゲット全体の非対称性にある。非対称的プロセス変動の例としては、これに限られるものではないが非対称側壁角、格子構造変形、ターゲットノイズ等がある。これに対し、対称的変動に含まれるのは設計特性からの作成オーバーレイターゲットの対称的物理的ずれであり、これに限られるものではないが1個又は複数個の標本層の光学特性や厚みの変動がこれに含まれる。

【0049】

本願での考察によれば、低計測性領域（例、撮像ベースオーバーレイにおける低コントラスト領域やスキャタロメトリベースオーバーレイにおける低感度領域）では、プロセス変動に起因する不正確性を初めとするオーバーレイ不正確性の強増幅が悩みの種となりうる。とはいえ、不正確性の種類が違えば影響も違う。例えば、オーバーレイターゲットにおける非対称的変動が不正確性誤差の増幅の原因となるのに対し、オーバーレイターゲットにおける対称的変動はそのレシピのロバスト性及び／又はレシピ性能を変化させる原因となる。

【0050】

本願での更なる考察によれば、プロセス変動に起因するオーバーレイターゲットのずれに対するオーバーレイ計測アルゴリズムの感度は、これに限られるものではないがそのオーバーレイターゲットの照明の波長や偏向等、オーバーレイ計量ツール（例、オーバーレイ計量システム100）の計測パラメタの精密値により左右される。

【0051】

図2は、本件開示の1個又は複数個の実施形態に従い、プロセス変動に起因する非対称な側壁角を有するターゲットに関し、コントラスト精度202及び不正確性204と波長の関数を描出するプロット図200である。図2に描かれている通り、コントラスト精度が貧弱な領域、ここでは500nmにピークがあるそれにて、不正確性の同時増幅が発生している。これに対し、400nm及び600nmでは側壁角不正確性の影響が少ない。従って、このオーバーレイ計測は、400nm及び600nmにてプロセス変動に対し相対的に不感であり、従ってそれら波長にてロバストである。

【0052】

加えて、オーバーレイターゲットやその構成要素のプロセス変動起因非対称性の強度及び符号次第で、オーバーレイ不正確性への影響が異なりうる。図3Aは、本件開示の1個又は複数個の実施形態に従い、オーバーレイ不正確性に対する、側壁非対称性の強度の影響を描出するプロット図300である。図3Aでは、非対称度が異なる2個の構造、即ちAsym1 302及びAsym2 304を考察しており、Asym2 304の方がより強い側壁角非対称性を呈している。プロット図300に描かれている通り、側壁角非対称性の

強度増大により、低コントラスト精度領域（ここでは500nmにあるそれ）にてオーバーレイ不正確性の増大が生じる。図3Bは、本件開示の1個又は複数個の実施形態に従い、オーバーレイ不正確性に対する、側壁非対称性の符号の影響を描出するプロット図306である。図3Bでは、非対称度が異なる2個の構造、即ちAsym1 308及びAsym2 310を考察しており、Asym1 308及びAsym2 310が逆の符号の側壁角非対称性を呈している。プロット図306に描かれている通り、非対称性の符号の反転により、低コントラスト精度領域（ここでは500nmにあるそれ）付近にて不正確性挙動の反転が生じるが、強度は変化しない。

【0053】

次に、図4A及び図4Bを参照し、プロセス変動の空間分布と、標本随所でのオーバーレイ不正確性に対するそれらの関連影響とについて、より詳細に記述する。プロセス変動は一般に機械的及び／又は光学的効果の結果であるので、プロセス変動の違いにより、通常は、標本随所のオーバーレイターゲットに生じる非対称性の符号及び／又は大きさの空間分布に関わる、ある定まったシグネチャが現れる。例えば、標本（例、ウェハ）に対するエッチングの効果に通常含まれるものに、電子ビームに起因する径方向シグネチャがあり、これはそのウェハの中央からその標本の周縁にかけて（例、作成された格子構造における）側壁角非対称性の増大を発生させる。図3A及び図3Bによれば、これがもて、標本中央にて正確性が良好になり且つ標本周縁に向かうにつれ不正確性が増大することとなる。また例えば、膜堆積における変動の効果によっても、通常、その薄膜の径方向厚み変動が生じるので、標本随所にて同様の不正確性シグネチャが生じることとなる。

【0054】

図4Aは、本件開示の1個又は複数個の実施形態に係り標本随所に分布するオーバーレイターゲットの所在個所のプロット図400である。図4Bは、本件開示の1個又は複数個の実施形態に係り図4Aに示したオーバーレイターゲットに関する、オーバーレイ計測結果と波長との関係のプロット図402である。図4A及び図4Bでは、標本の中央付近にあり比較的明るい陰影で示されているオーバーレイターゲット群が720nm付近で比較的弱い共振を呈する一方、標本の周縁付近にあり比較的暗い陰影で示されているオーバーレイターゲット群が720nm付近で比較的強い共振を呈している。この場合、そのオーバーレイアルゴリズムは比較的高いδN（上掲の等式（1）及び（2）参照）を呈する。更に、標本の上部及び下部（図4A中の視野Y値に基づくそれ）でのオーバーレイ計測結果間に付号反転が現れており、これはプロセス変動の結果としてオーバーレイターゲット内で物理幾何学的非対称性の付号が反転することを示している。

【0055】

更に、図4A及び図4Bにて描かれているところによれば、このオーバーレイアルゴリズムは約400～500nmの範囲内の波長にてプロセス変動に対し比較的不感であり、そのことがその波長域におけるオーバーレイ計測シグネチャの安定性が高いことにより示されている。従って、この波長域におけるオーバーレイ計測結果は、一般に、その標本上に亘り比較的正確なものとなりうる。約500～600nmの範囲内の波長では、オーバーレイ計測結果が非対称性の強度と共に増減する傾向にあり、このことは、その波長域ではプロセス変動に対する感度が高めになり従って計測に係る不正確性が大きくなることを示している。

【0056】

次に、図5A及び図5Bを参照し、オーバーレイターゲット及び／又はアルゴリズムのロバスト性を評価するためのスケーリング指標（S指標）について、より詳細に記述する。

【0057】

本願での考察によれば、個々のオーバーレイアルゴリズムを用いた個々のオーバーレイターゲットのオーバーレイ計測のロバスト性（又はそれに代え感度）を評価する指標を、導出することができる。ある実施形態によれば、これに限られるものではないが波長や偏向等、計測パラメタ（例、計量レシピを構成するパラメタ）の関数たるプロセス変動が存在する下で、個々のオーバーレイアルゴリズムを用いた個々のオーバーレイターゲットのオーバーレイ

計測のあらゆる変動が、本願開示のS指標により評価される。この場合、プロセス変動に対する感度を、図2～図5Bに描かれている通りオーバーレイ計測結果（又はオーバーレイ不正確性）の変動性として明示することができる。例えば、上掲の図2～図3Bにより描かれているところによれば、プロセス変動に起因するオーバーレイターゲットのずれが存在する下での単一のオーバーレイ計測結果では、そのオーバーレイ計測結果に対するプロセス変動の影響を弁別するのに不十分である。しかしながら、ある範囲の計測パラメタ群（例、図2～図3Bの場合は波長）に亘るオーバーレイ計測結果（又はオーバーレイ不正確性）を評価すれば、そのオーバーレイ計測結果に対するプロセス変動の影響を判別することができる。

【0058】

ある実施形態によれば、S指標は、

$$S_{metric} = \chi \cdot (\sum_{i=1}^{NW} (ovl_i - \langle ovl \rangle)^2)^{1/2} \quad (3)$$

及び

$$\langle ovl \rangle = \sum_{i=1}^{NW} ovl_i \quad (4)$$

により計算される；但し、Nは異なる計測パラメタ（例、波長、偏向等）を用いての計測結果の個数、iは計測パラメタインデクス、 ovl_i は所与計測パラメタに係るオーバーレイ計測結果の値、 $\langle ovl \rangle$ はそれらN個のオーバーレイ計測結果の加重平均、wは各計測結果に係る荷重である。更に、 χ は±1なる値を採りうるものであり、共振の符号（例、非対称性の符号）に対応付けることができる。例えば、共振点又はその付近でオーバーレイ計測結果とその共振点からほど遠いオーバーレイ計測結果との間の差異の符号を採取することで、 χ の符号を決めることができる。

【0059】

概して、S指標は、ある範囲の計測パラメタ値に亘るオーバーレイ計測結果の加重標準偏差に基づいている。そのため、S指標により、その範囲の計測パラメタに亘るオーバーレイ計測結果の変動性についての物差しを提供することができる。

【0060】

本願での考察によれば、等式（3）及び（4）におけるS指標の定式化にはかなり実施上の柔軟性がある。例えば、S指標の具体的符号（例、 χ の値）を無視しうる用途では、S指標の絶対値が特に関心対象となろう。また例えば、様々な計測結果に亘るオーバーレイ変動性を、様々な方法（例、加重標準偏差、非加重標準偏差、積分等）を用い評価することができる。

【0061】

実施形態の一つは、荷重wを、これに限られるものではないがコントラスト（例、画像ベースオーバーレイでのそれ）、感度（例、スキャタロメトリベースオーバーレイでのそれ）等、オーバーレイ計測に係る選りすぐりの質的指標に基づき決定するものである。それによりノイズの影響を軽減することができる。実施形態の他の一つは、非加重指標を得るべく荷重wが全て（例、1に）等置されるものである。

【0062】

図5Aは、本願開示の1個又は複数個の実施形態に係るオーバーレイターゲットのフィーチャのプロセス変動起因非対称性分布の模式図である。図5A中、標本504の中心付近のオーバーレイターゲット502に備わるフィーチャは、非対称性が無いか比較的少ないものとなりうる。けれども、オーバーレイターゲット502のフィーチャには、ある符号の側壁角非対称性が（図5Aでの方向で言うと）その標本の右上部分寄りの位置ほど強まる態で現れ、また逆の符号の側壁角非対称性がその標本の左下部分寄りの位置ほど強まる態で現れる。図5Bは、本願開示の1個又は複数個の実施形態に係り図5Aに示した標本504の随所に分布するオーバーレイターゲット502のシミュレート図であり、各オーバーレイターゲット502への陰影付けによりS指標値が表されている。

【0063】

図5Bに描かれている通り、プロセス変動（ここでは側壁角非対称性）の存在下で、標本504の随所に分布するオーバーレイターゲットのS指標により、そのオーバーレイランドスケープ（ある範囲の計測レシピパラメタに亘りオーバーレイターゲットに適用されたオー

10

20

30

40

50

バレイアルゴリズム)の感度の評価を行うことができる。

【0064】

次に、図6～図10に示すように、S指標は、正確且つロバストなオーバーレイ計量を容易に行うべく多様なやり方で適用することができる。

【0065】

図6は、本件開示の1個又は複数個の実施形態に係るオーバーレイターゲットデザイン選択方法600にて実行される諸ステップを描出するフロー図である。例えば、S指標計算結果に基づき一群のターゲットデザイン候補からオーバーレイターゲットデザインを選出することで、ロバストなオーバーレイ計量を実現することができる。出願人の注記によれば、オーバーレイ計量システム100の文脈にて本願中で上述した諸実施形態及びその実現テクノロジーが方法600に敷衍されるものと解されるべきである。とはいえ、更なる注記によれば、本方法600はオーバーレイ計量システム100のアーキテクチャに限定されるものではない。

10

【0066】

実施形態に係る方法600は、オーバーレイ計量ツールの計測パラメタの値複数通りで以て標本上の二組以上のオーバーレイターゲットのオーバーレイ計測を実行するステップ602を有している；但し、個々の組のオーバーレイターゲットのなかに、二通り以上のターゲットデザインのうち一通りを有するオーバーレイターゲットを含めるものとする。例えば、それら様々なターゲットデザイン間に、フィーチャのサイズ、向き及び／又は分布の違いを設けることができる。更に、それらターゲットデザインを、撮像ベースオーバーレイ計測やスキャタロメトリベースオーバーレイ計測に適したものにすることができる。

20

【0067】

オーバーレイ計量ツールの計測パラメタには、これに限られるものではないが照明波長、標本に発する輻射の波長の検出値、標本上での照明スポットサイズ、入射照明の角度、入射照明の偏向、オーバーレイターゲット上における入射照明ビームの位置、そのオーバーレイ計量ツールの焦点体積におけるオーバーレイターゲットの位置等、計量レシピに係るあらゆるパラメタを含めることができる。

【0068】

また、実施形態に係る方法600は、前記二組以上のオーバーレイターゲットのうち少なくとも幾つかに関しスケーリング指標値を求めるステップ604を有している；但し、個々のオーバーレイターゲットに係るスケーリング指標を、それに対応する組のオーバーレイターゲットについてのオーバーレイ計測結果の標準偏差に基づくものとする。実施形態の一つは、そのスケーリング指標が等式(3)及び(4)中のS指標に対応しているものである。この構成では、そのスケーリング指標をオーバーレイ計測結果の加重標準偏差に対応付けることができる；但し、これに限られるものではないがコントラストや感度等、本件技術分野で既知な何らかの質的指標に基づきその荷重を決めるものとする。実施形態の他の一つは、スケーリング指標をオーバーレイ計測結果の非加重標準偏差に対応させるものである。

30

【0069】

また、実施形態に係る方法600は、前記二組以上のオーバーレイターゲットそれぞれに関しスケーリング指標値の変動性を判別するステップ606を有している。その際に、それら二通り以上のオーバーレイターゲットデザインそれぞれに係るS指標変動性を評価してもよい。その変動性には、これに限られるものではないが標準偏差、分散等、本件技術分野で既知なあらゆる統計的変動性指標を含めることができる。

40

【0070】

また、実施形態に係る方法600は、前記二通り以上のオーバーレイターゲットデザインのうち最小のスケーリング指標変動性を呈するものを出力オーバーレイターゲットデザインとして選ぶステップ608を有している。また、実施形態に係る方法600は、その出力オーバーレイターゲットデザインによる1個又は複数個のオーバーレイターゲットを有する供試標本のオーバーレイを計測するステップ610を有している。この構成によれば、方法600により選ばれた出力オーバーレイターゲットデザインを生産ライン内に実装し1個又は

50

複数個のデバイスを作成することができる。

【0071】

図7A及び図7Bには、S指標変動性に基づくオーバーレイターゲットデザインの選択が描かれている。図7Aは、本件開示の1個又は複数個の実施形態に係りプロセス変動を有する標本の随所に分布しており第1のオーバーレイターゲットデザインを有するオーバーレイターゲットに関する、S指標のプロット図702である。図7Bは、本件開示の1個又は複数個の実施形態に係りプロセス変動を有する標本の随所に分布しており第2のオーバーレイターゲットデザインを有するオーバーレイターゲットに関する、S指標のプロット図704である。図7A及び図7Bによれば、第1のオーバーレイターゲットデザインの方が、波長の関数たるS指標変動性（例、最小3 σ 等）が小さめとなる。この場合、第1のオーバーレイターゲットデザインにより、相対的にロバストなオーバーレイ計測結果を提供することができる。

10

【0072】

本願での更なる考察によれば、S指標変動性を利用し、計量レシピ（例、オーバーレイ計量ツールのハードウェアコンフィギュレーション）を評価及び／又は選択することができる。

【0073】

図8は、本件開示の1個又は複数個の実施形態に係るオーバーレイ計量ツールハードウェアコンフィギュレーション選択方法800にて実行される諸ステップを描出するフロー図である。例えば、S指標計算結果に基づき一群のターゲットデザイン候補からオーバーレイターゲットデザインを選出することで、ロバストなオーバーレイ計量を実現することができる。出願人の注記によれば、オーバーレイ計量システム100の文脈にて本願中で上述した諸実施形態及びその実現テクノロジーが方法800に敷衍されるものと解されるべきである。とはいえ、更なる注記によれば、本方法800はオーバーレイ計量システム100のアーキテクチャに限定されるものではない。

20

【0074】

実施形態に係る方法800は、二通り以上のハードウェアコンフィギュレーションにより構成されたオーバーレイ計量ツールで以て、そのオーバーレイ計量ツールの計測パラメタ複数通りにより、標本の随所に分布する一組のオーバーレイターゲットについてのオーバーレイ計測を実行する、ステップ802を有している。

30

【0075】

オーバーレイ計量ツールの計測パラメタには、これに限られるものではないが照明波長、標本に発する輻射の波長の検出値、標本上での照明スポットサイズ、入射照明の角度、入射照明の偏向、オーバーレイターゲット上における入射照明ビームの位置、そのオーバーレイ計量ツールの焦点体積におけるオーバーレイターゲットの位置等、計量レシピに係るあらゆるパラメタを含めることができる。更に、様々なハードウェアコンフィギュレーションのなかに、計量レシピに係るあらゆるコンフィギュレーションを含めることができる。その関係で、本方法800では、計量レシピの1個又は複数個のパラメタでありプロセス変動に対しロバストになるものの選択を、容易に行うことができる。

【0076】

また、実施形態に係る方法800は、前記二通り以上のハードウェアコンフィギュレーションによるオーバーレイ計測結果に基づき前記一組のオーバーレイターゲットに係るスケーリング指標値を求める、ステップ804を有している；但し、前記二通り以上のハードウェアコンフィギュレーション中の個々のハードウェアコンフィギュレーションで以て計測された、前記一組のオーバーレイターゲット中の個々のオーバーレイターゲットに係るスケーリング指標を、当該個々のハードウェアコンフィギュレーションに係るオーバーレイ計測結果の標準偏差に基づくものとする。実施形態の一つは、そのスケーリング指標が等式（3）及び（4）中のS指標に対応しているものである。この場合、そのスケーリング指標をオーバーレイ計測結果の加重標準偏差に対応付けることができる；但し、その荷重を、これに限られるものではないがコントラストや感度等、本件技術分野で既知な何らかの質的指

40

50

標に基づき決める。実施形態の他の一つは、スケーリング指標をオーバーレイ計測結果の非加重標準偏差に対応させるものである。

【0077】

また、実施形態に係る方法800は、前記二通り以上のハードウェアコンフィギュレーションそれぞれに係るスケーリング指標値の変動性を判別するステップ806を有している。ここでは、それら二通り以上のオーバーレイターゲットデザインそれぞれに係るS指標変動性を評価すればよい。その変動性には、これに限られるものではないが標準偏差、分散等、本件技術分野で既知なあらゆる統計的変動性指標を含めることができる。

【0078】

また、実施形態に係る方法800は、前記二通り以上のハードウェアコンフィギュレーションのうち最小のスケーリング指標変動性を呈するものをそのオーバーレイ計測ツールの出力ハードウェアコンフィギュレーションとして選ぶ、ステップ808を有している。また、実施形態に係る方法800は、その出力ハードウェアコンフィギュレーションを有するオーバーレイ計測ツールを用いそのオーバーレイターゲットの付加的实现物のオーバーレイを計測するステップ810を有している。

【0079】

実施形態によっては、標本随所のオーバーレイターゲットに係るS指標の評価を用い、サイト別オーバーレイ不正確性を補正しうるサイト別スケーリング因子を導出することができる。

【0080】

図9は、本件開示の1個又は複数個の実施形態に係るサイト別オーバーレイ不正確性補正用サイト別スケーリング因子生成方法900にて実行される諸ステップを描出するフロー図である。例えば、S指標計算結果に基づき一群のターゲットデザイン候補からオーバーレイターゲットデザインを選出することで、ロバストなオーバーレイ計量を実現することができる。出願人の注記によれば、オーバーレイ計量システム100の文脈にて本願中で上述した諸実施形態及びその実現テクノロジーが方法900に敷衍されるものと解されるべきである。とはいえ、更なる注記によれば、本方法900はオーバーレイ計量システム100のアーキテクチャに限定されるものではない。

【0081】

実施形態に係る方法900は、参照標本の随所に分布する一組のオーバーレイターゲットについて計測パラメタの値複数通りによりオーバーレイを計測するステップ902を有している；但し、当該一組のオーバーレイターゲットがある共通ターゲットデザインを有し、且つ、当該複数個のオーバーレイターゲットがある既知な作成誤差空間分布を呈するものとする。また、実施形態に係る方法900は、オーバーレイ計測結果に基づきそれら複数個のオーバーレイターゲットに係るスケーリング指標値を求めるステップ904を有している；但し、それら複数個のオーバーレイターゲットのうち個々のオーバーレイターゲットに係るスケーリング指標を、オーバーレイ計測結果の標準偏差に基づくものとする。また、実施形態に係る方法900は、供試標本上にあり当該共通ターゲットデザインを有する少なくとも1個のオーバーレイターゲットについてオーバーレイを計測するステップ906を有している。また、実施形態に係る方法900は、それぞれに対応するオーバーレイターゲットのスケーリング指標値に基づき当該一組のオーバーレイターゲット中のオーバーレイターゲットの所在個所におけるオーバーレイ不正確性を補正すべくサイト別スケーリング因子を生成する、ステップ908を有している。

【0082】

実施形態によっては、スケーリング指標を利用することで、プロセス変動に対しロバストなオーバーレイ計測結果がもたらされるよう計量レシピを最適化することができる。図10は、本件開示の1個又は複数個の実施形態に係りプロセス変動に対しロバストな計量レシピを特定する方法1000にて実行される諸ステップを描出するフロー図である。例えば、S指標計算結果に基づき一群のターゲットデザイン候補からオーバーレイターゲットデザインを選出することで、ロバストなオーバーレイ計量を実現することができる。出願人の

10

20

30

40

50

注記によれば、オーバーレイ計量システム１００の文脈にて本願中で上述した諸実施形態及びその実現テクノロジーが方法１０００に敷衍されるものと解されるべきである。とはいえ、更なる注記によれば、本方法１０００はオーバーレイ計量システム１００のアーキテクチャに限定されるものではない。

【００８３】

実施形態に係る方法１０００は、参照標本の随所に分布する一組のオーバーレイターゲットについて、オーバーレイ計量ツールを構成設定するための計測パラメタの値複数通りで以てオーバーレイを計測する、ステップ１００２を有している；但し、当該一組のオーバーレイターゲットがある共通ターゲットデザインを有し、且つ、当該複数個のオーバーレイターゲットがある既知な作成誤差空間分布を呈するものとする。また、実施形態に係る方法１０００は、それらオーバーレイ計測結果に基づきそれら複数個のオーバーレイターゲットに係るスケーリング指標値を求めるステップ１００４を有している；但し、それら複数個のオーバーレイターゲット中の個々のオーバーレイターゲットに係るスケーリング指標を、それらオーバーレイ計測結果の標準偏差に基づくものとする。また、実施形態に係る方法１０００は、指定公差内の作成誤差に対する非感受性をもたらす計測パラメタ値を含む計量レシピを、それらスケーリング指標値・計測パラメタ間の相関に基づき特定する、ステップ１００６を有している。例えば、正確な計測パラメタ（例、正確なレシピ）を、 $\min(S(\text{サイト}) - \text{ovl}_i)$ の計算を踏まえ特定することができる。また、実施形態に係る方法１０００は、当該共通ターゲットデザインを有し供試標本上にある少なくとも１個のオーバーレイターゲットについてのオーバーレイを、その特定された計量レシピで以て計測する、ステップ１００８を有している。

【００８４】

本願記載の主題は、ときに、他の諸部材に組み込まれ又は接続・連結された様々な部材を以て描出されている。ご理解頂けるように、それら図示アーキテクチャは単なる例示であり、実のところは、他の多くのアーキテクチャを実施し同じ機能を達成することができる。概念的には、どのような部材配置であれ同じ機能が実現されるなら、その部材配置は、実質的に「連携」することでその所望機能を達成しているのである。従って、本願中の何れの二部材であれ、ある特定の機能を達成すべく組み合わせられているものは、その所望機能が達成されるよう互いに「連携」していると見なせるのであり、アーキテクチャや介在部材の如何は問われない。同様に、何れの二部材であれそのように連携しているものはその所望機能を達成すべく互いに「接続・連結され」又は「結合され」ているとも見ることができ、また何れの二部材であれそのように連携させうるものはその所望機能を達成すべく互いに「結合可能」であるとも見ることができる。結合可能、の具体例としては、これに限られないが、物理的に相互作用可能な及び／又は物理的に相互作用する諸部材、及び／又は無線的に相互作用可能な及び／又は無線的に相互作用する諸部材、及び／又は論理的に相互作用可能な及び／又は論理的に相互作用する諸部材がある。

【００８５】

本件開示及びそれに付随する長所の多くについては上掲の記述により理解できるであろうし、開示されている主題から離隔することなく或いはその主要な長所全てを損なうことなく諸部材の形態、構成及び配置に様々な改変を施せることも明らかであろう。述べられている形態は単なる説明用のものであり、後掲の特許請求の範囲の意図はそうした改変を包括、包含することにある。更に、理解し得るように、本発明を定義しているのは別項の特許請求の範囲である。

10

20

30

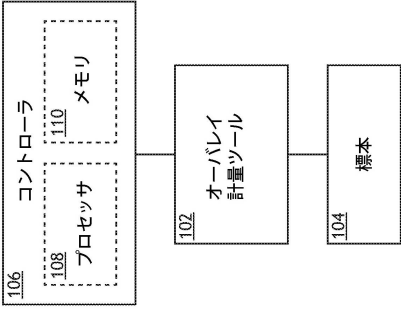
40

50

【図面】

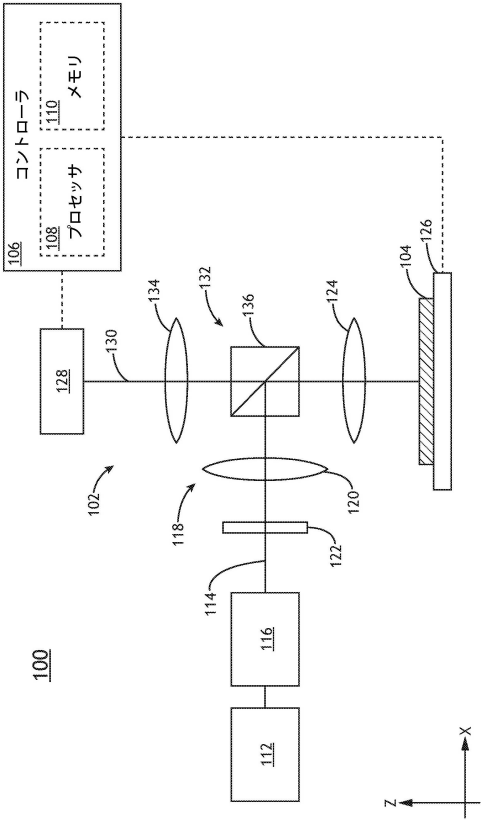
【図 1 A】

100



【図 1 B】

100



10

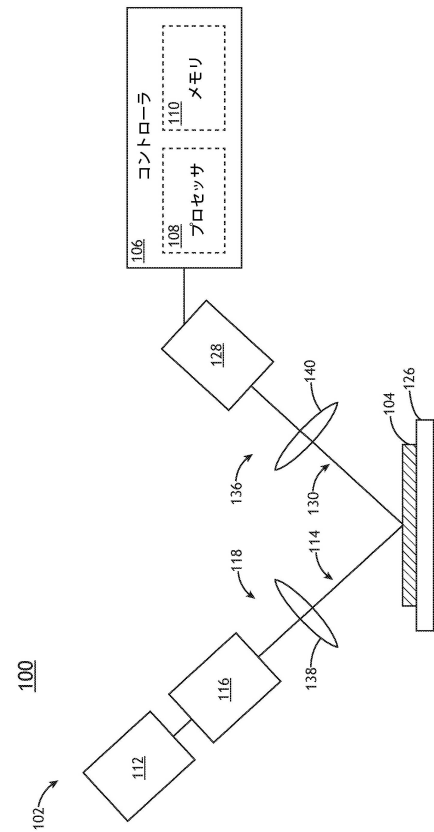
20

30

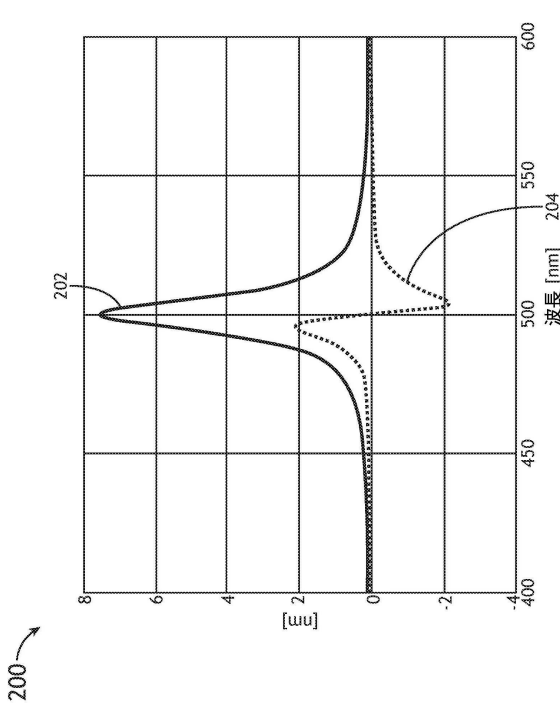
40

50

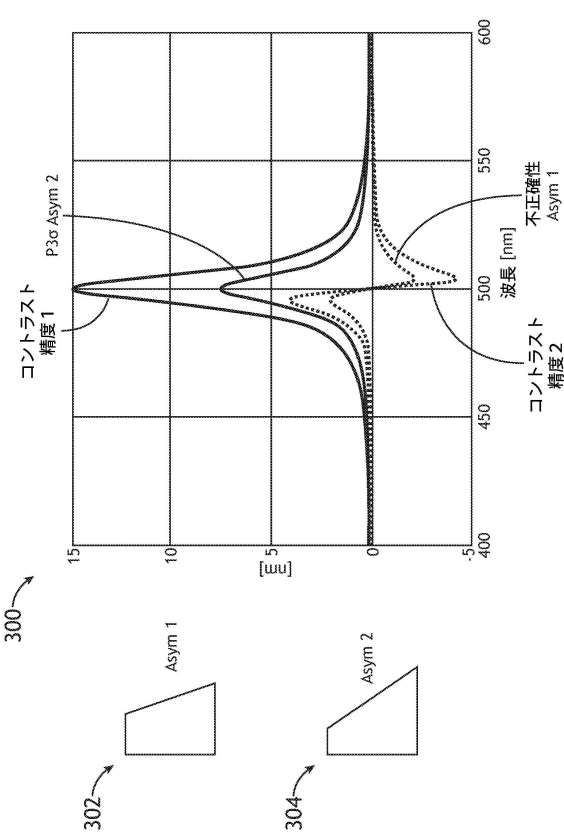
【図 1 C】



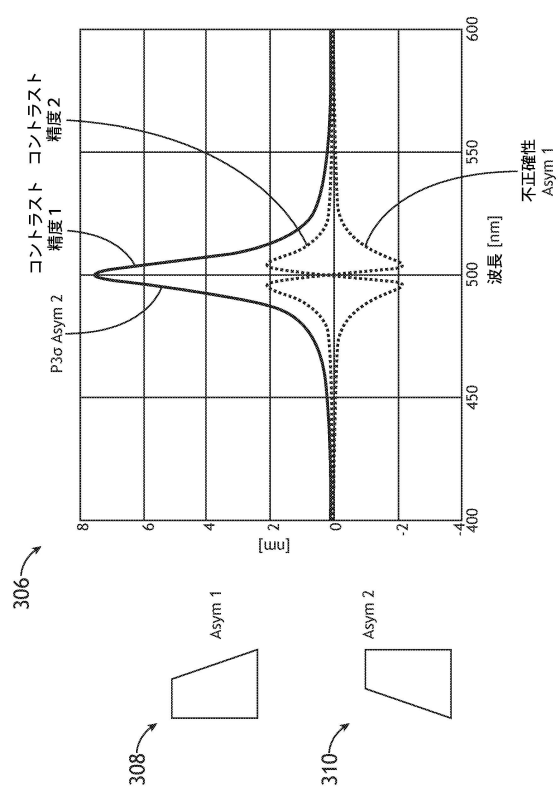
【図 2】



【図 3 A】



【図 3 B】



10

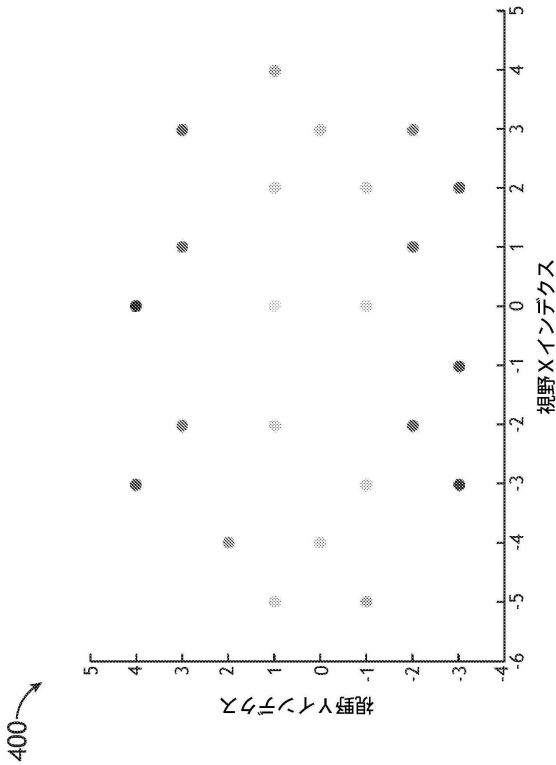
20

30

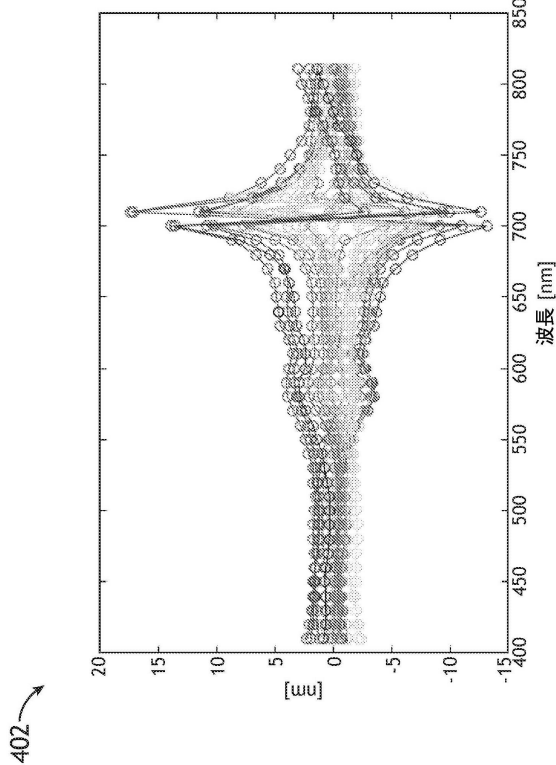
40

50

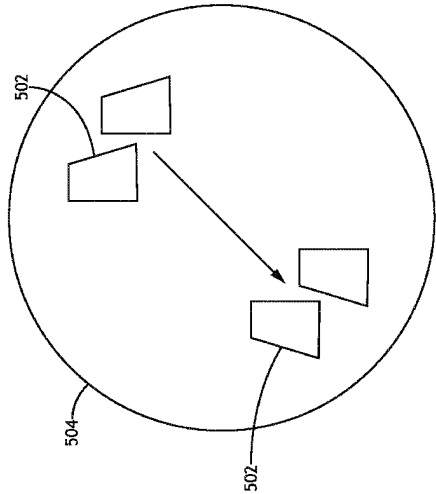
【図 4 A】



【図 4 B】



【図 5 A】



【図 5 B】

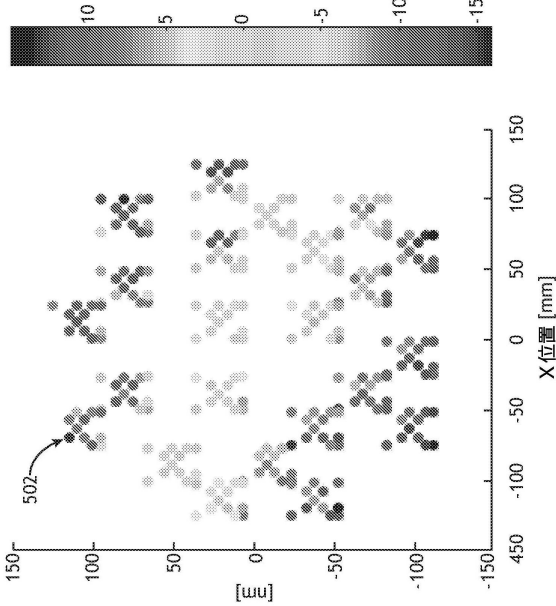


FIG.5A

10

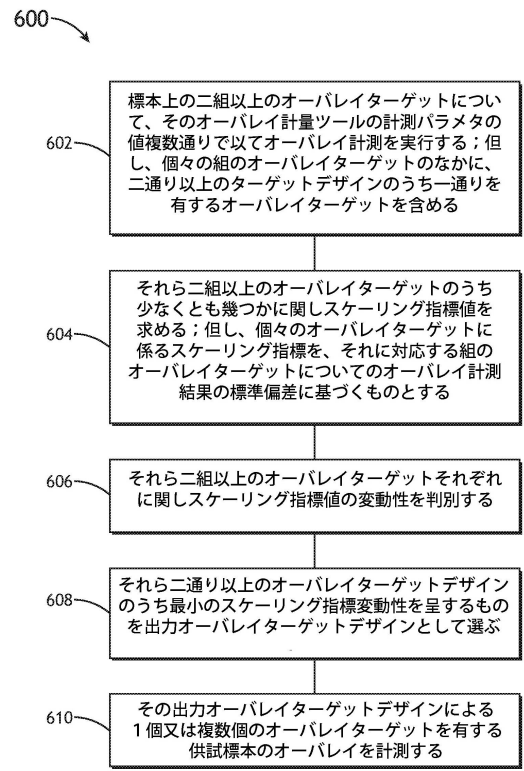
20

30

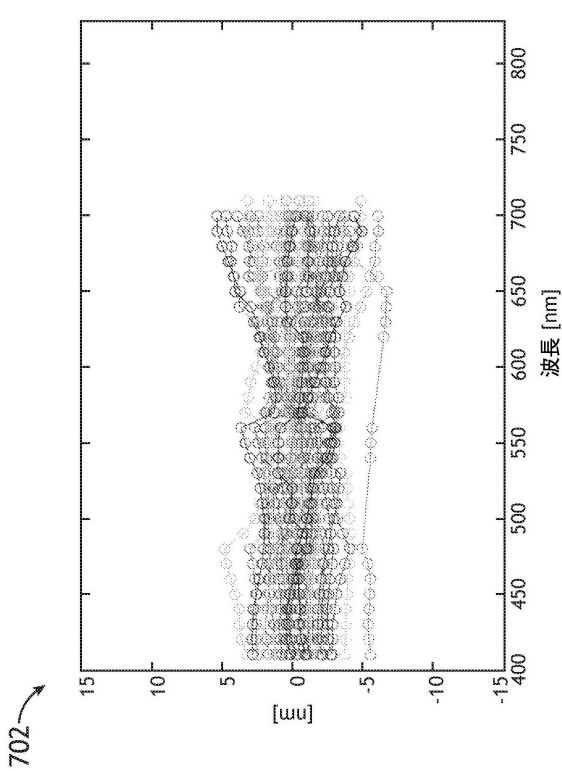
40

50

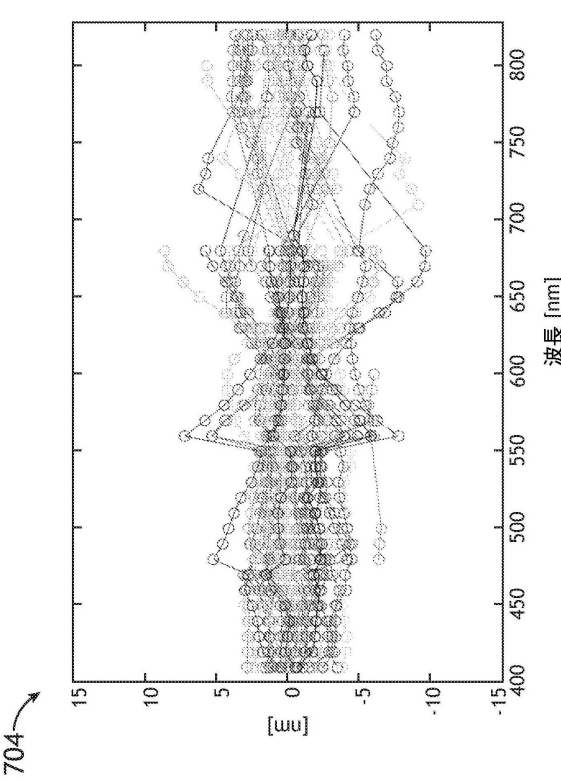
【図 6】



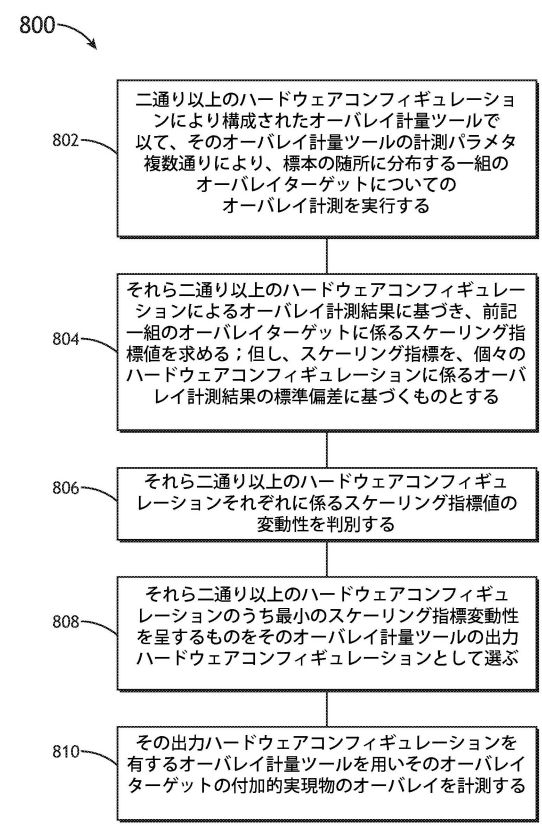
【図 7 A】



【図 7 B】



【図 8】



10

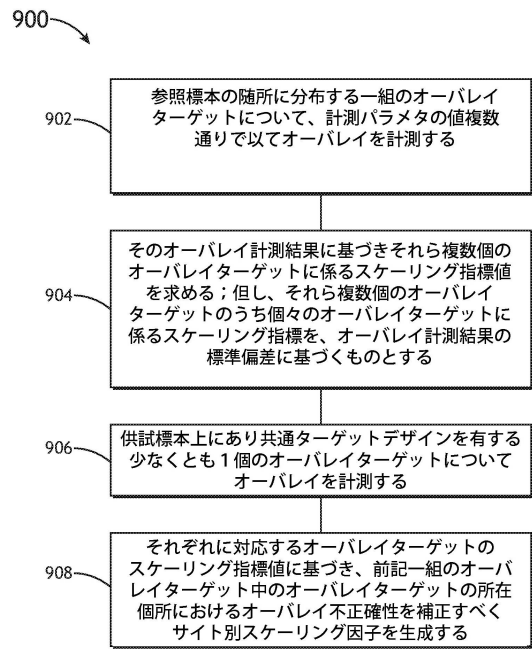
20

30

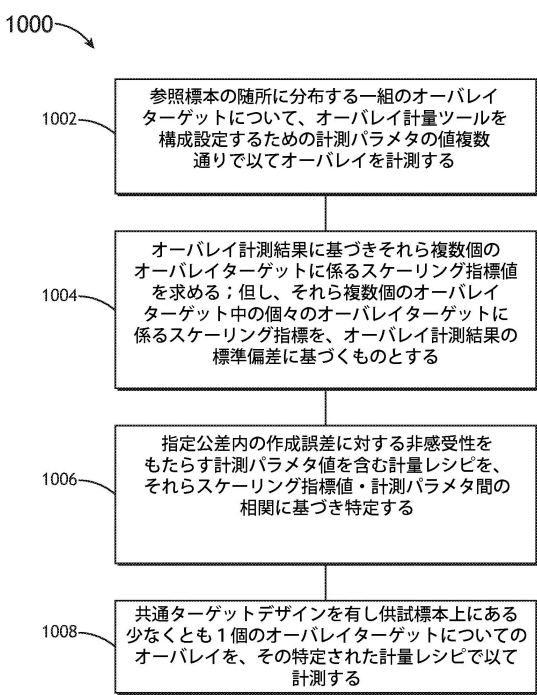
40

50

【図 9】



【図 10】



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

審査官 小池 英敏

(56)参考文献 特表2014-512101(JP, A)

米国特許出願公開第2018/0088470(US, A1)

特表2018-515911(JP, A)

特表2017-502332(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/66

G01B 11/26

H01L 21/027

G01N 21/47