(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2009-44125
(P2009-44125A)
(43)公開日　平成21年2月26日(2009.2.26)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
H01L 21/66	***(2006.01)***	H01L	21/66	J	2F065
G01B 11/24	***(2006.01)***	G01B	11/24	D	4M106
G01B 11/02	***(2006.01)***	G01B	11/02	G	

審査請求 未請求　請求項の数 32　ＯＬ　外国語出願　（全 19 頁）

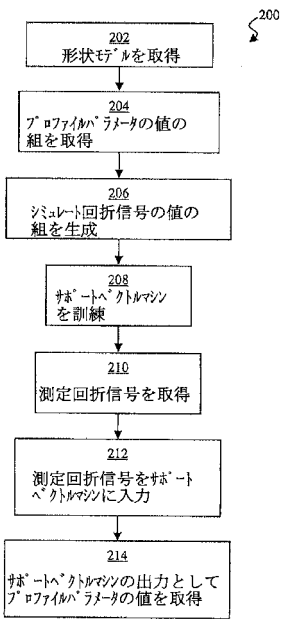
(21)出願番号　特願2008-103810 (P2008-103810)
(22)出願日　平成20年4月11日 (2008.4.11)
(31)優先権主張番号　11/786,869
(32)優先日　平成19年4月12日 (2007.4.12)
(33)優先権主張国　米国 (US)
(31)優先権主張番号　11/786,870
(32)優先日　平成19年4月12日 (2007.4.12)
(33)優先権主張国　米国 (US)
(31)優先権主張番号　11/787,025
(32)優先日　平成19年4月12日 (2007.4.12)
(33)優先権主張国　米国 (US)

(71)出願人　000219967
東京エレクトロン株式会社
東京都港区赤坂五丁目３番１号
(74)代理人　100070150
弁理士　伊東　忠彦
(72)発明者　ウェン　ジン
東京都港区赤坂五丁目３番１号　赤坂Ｂｉｚタワー　東京エレクトロン株式会社内
(72)発明者　ジュンウェイ　バオ
東京都港区赤坂五丁目３番１号　赤坂Ｂｉｚタワー　東京エレクトロン株式会社内
(72)発明者　シファン　リ
東京都港区赤坂五丁目３番１号　赤坂Ｂｉｚタワー　東京エレクトロン株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】サポートベクトルマシンを用いて制御ツールを制御する方法

(57)【要約】　（修正有）
【課題】サポートベクトルマシンを用いて製造ツールを制御する方法を提供する。
【解決手段】構造の幾何学形状を特徴付けるプロファイルパラメータによって定められる構造の形状モデルが取得される。プロファイルパラメータの値の組が取得され、これを用いて、構造から回折される光の挙動を各々が特徴付けるシミュレート回折信号の組が生成される。入力としてシミュレート回折信号の組を、予期される出力としてプロファイルパラメータの値の組を用いて、サポートベクトルマシンが訓練された後、ウェハ上に構造を製造するように製造プロセスが実行される。構造からの測定回折信号が取得され、訓練済みサポートベクトルマシンに入力される。訓練済みサポートベクトルマシンの出力として、構造のプロファイルパラメータの値が取得される。このプロファイルパラメータの値に基づいて、１つ以上のプロセスパラメータ又は製造ツールの装置設定が調整される。
【選択図】図２



【特許請求の範囲】
【請求項１】
半導体ウェハ上に形成された構造の１つ以上の特徴を決定する方法であって：
ａ）前記構造の形状モデルを取得する取得段階であり、該形状モデルは前記構造の幾何学形状を特徴付けるプロファイルパラメータによって定められる、取得段階；
ｂ）前記プロファイルパラメータの値の組を取得する段階；
ｃ）前記プロファイルパラメータの前記値の組を用いて、シミュレーションによるシミュレート回折信号の組を生成する生成段階であり、各シミュレート回折信号は前記構造から回折される光の挙動を特徴付ける、生成段階；
ｄ）サポートベクトルマシンを訓練する訓練段階であり、前記シミュレート回折信号の組を該サポートベクトルマシンへの入力として用い、且つ前記プロファイルパラメータの前記値の組を該サポートベクトルマシンの予期される出力として用いる訓練段階；
ｅ）前記構造からの測定による測定回折信号を取得する段階；
ｆ）訓練済みサポートベクトルマシンに前記測定回折信号を入力する段階；及び
ｇ）段階ｆ）の後に、前記訓練済みサポートベクトルマシンからの出力として、前記構造のプロファイルパラメータの値を取得する段階；
を有する方法。
【請求項２】
前記シミュレート回折信号の組は、
前記構造上で反射されるときの光の強度の変化を特徴付ける反射パラメータ、並びに
前記構造上で反射されるときの光の偏光状態の変化を特徴付ける偏光パラメータであり：
偏光解消効果で平均化され且つ前記反射パラメータに正規化された複素反射係数の絶対値の二乗の間の差を特徴付ける第１偏光パラメータ；
偏光解消効果で平均化され且つ前記反射パラメータに正規化された複素反射係数の干渉の虚部を特徴付ける第２偏光パラメータ；及び
偏光解消効果で平均化され且つ前記反射パラメータに正規化された複素反射係数の干渉の実部を特徴付ける第３偏光パラメータ；
を有する偏光パラメータ、
を含む信号パラメータの標準セットを用いて生成される、請求項１に記載の方法。
【請求項３】
段階ｄ）の後に、ウェハ上に前記構造を製造するために、第１の製造ツールを用いて製造プロセスを実行する段階；及び
段階ｇ）の後に、段階ｇ）にて取得された前記プロファイルパラメータの値に基づいて、１つ以上のプロセスパラメータ又は前記第１の製造ツールの装置設定を調整する段階；
を更に有する請求項１又は２に記載の方法。
【請求項４】
段階ｇ）にて決定された前記プロファイルパラメータの値に基づいて、１つ以上のプロセスパラメータ又は第２の製造ツールの装置設定を調整する段階；
を更に有する請求項３に記載の方法。
【請求項５】
前記第１の製造ツールは前記第２の製造ツールに先立って前記ウェハを処理する、請求項４に記載の方法。
【請求項６】
前記第１の製造ツールは前記第２の製造ツールに続いて前記ウェハを処理する、請求項４に記載の方法。
【請求項７】
プロファイルパラメータの値を正規化する正規化段階であり、前記シミュレート回折信号の組が、正規化されたプロファイルパラメータの値を用いて生成される、正規化段階；及び

段階ｇ）にて取得された前記プロファイルパラメータの値を非正規化する段階；
を更に有する請求項１乃至６の何れかに記載の方法。
【請求項８】
前記シミュレート回折信号の組はモデル化技術を用いて生成される、請求項１乃至７の何れかに記載の方法。
【請求項９】
前記モデル化技術は、厳密結合波解析法、積分法、フレネル法、有限解析法、又はモード解析法を含む、請求項８に記載の方法。
【請求項１０】
プロファイルパラメータの相関を決定する段階；及び
決定された相関に基づいて、段階ａ）にて前記形状モデルを定めるために使用されるプロファイルパラメータを選択する段階；
を更に有する請求項１乃至９の何れかに記載の方法。
【請求項１１】
前記サポートベクトルマシンは、段階ｄ）にて、シーケンシャル最小最適化法を用いて訓練される、請求項１乃至１０の何れかに記載の方法。
【請求項１２】
段階ｄ）の後、且つ段階ｅ）の前に：
シミュレート回折信号の試験セット及びプロファイルパラメータの値の試験セットを取得する段階；
前記シミュレート回折信号の試験セットを前記サポートベクトルマシンへの入力として用い、且つ前記プロファイルパラメータの値の試験セットを前記サポートベクトルマシンの予期される出力として用いて、前記サポートベクトルマシンを試験する段階；及び
１つ以上の精度基準が満たされない場合、前記試験セット内の１つ以上のシミュレート回折信号、及び前記試験セット内の１つ以上のプロファイルパラメータの値を用いて、前記サポートベクトルマシンを再訓練する段階；
を更に有する請求項１乃至１１の何れかに記載の方法。
【請求項１３】
前記サポートベクトルマシンを試験する前に、前記試験セット内のシミュレート回折信号にノイズ信号を挿入する段階；
を更に有する請求項１２に記載の方法。
【請求項１４】
半導体ウェハ上に形成された構造の１つ以上の特徴を決定するためのコンピュータプログラムであって：
ａ）前記構造の形状モデルを取得する取得段階であり、該形状モデルは前記構造の幾何学形状を特徴付けるプロファイルパラメータによって定められる、取得段階；
ｂ）前記プロファイルパラメータの値の組を取得する段階；
ｃ）前記プロファイルパラメータの前記値の組を用いて、シミュレーションによるシミュレート回折信号の組を生成する生成段階であり、各シミュレート回折信号は前記構造から回折される光の挙動を特徴付ける、生成段階；
ｄ）サポートベクトルマシンを訓練する訓練段階であり、前記シミュレート回折信号の組を該サポートベクトルマシンへの入力として用い、且つ前記プロファイルパラメータの前記値の組を該サポートベクトルマシンの予期される出力として用いる訓練段階；
ｅ）前記構造からの測定による測定回折信号を取得する段階；
ｆ）訓練済みサポートベクトルマシンに前記測定回折信号を入力する段階；及び
ｇ）段階ｆ）の後に、前記訓練済みサポートベクトルマシンからの出力として、前記構造のプロファイルパラメータの値を取得する段階；
のための命令を有するコンピュータプログラム。
【請求項１５】
前記シミュレート回折信号の組は、

前記構造上で反射されるときの光の強度の変化を特徴付ける反射パラメータ、並びに
前記構造上で反射されるときの光の偏光状態の変化を特徴付ける偏光パラメータであり：
偏光解消効果で平均化され且つ前記反射パラメータに正規化された複素反射係数の絶対値の二乗の間の差を特徴付ける第１偏光パラメータ；
偏光解消効果で平均化され且つ前記反射パラメータに正規化された複素反射係数の干渉の虚部を特徴付ける第２偏光パラメータ；及び
偏光解消効果で平均化され且つ前記反射パラメータに正規化された複素反射係数の干渉の実部を特徴付ける第３偏光パラメータ；
を有する偏光パラメータ、
を含む信号パラメータの標準セットを用いて生成される、請求項１４に記載のコンピュータプログラム。
【請求項１６】
段階ｄ）の後に、ウェハ上に前記構造を製造するために、第１の製造ツールを用いて製造プロセスを実行する段階；及び
段階ｇ）の後に、段階ｇ）にて取得された前記プロファイルパラメータの値に基づいて、１つ以上のプロセスパラメータ又は前記第１の製造ツールの装置設定を調整する段階；
のための命令を更に有する請求項１４又は１５に記載のコンピュータプログラム。
【請求項１７】
段階ｇ）にて決定された前記プロファイルパラメータの値に基づいて、１つ以上のプロセスパラメータ又は第２の製造ツールの装置設定を調整する段階；
のための命令を更に有する請求項１６に記載のコンピュータプログラム。
【請求項１８】
プロファイルパラメータの値を正規化する正規化段階であり、前記シミュレート回折信号の組が、正規化されたプロファイルパラメータの値を用いて生成される、正規化段階；及び
段階ｇ）にて取得された前記プロファイルパラメータの値を非正規化する段階；
のための命令を更に有する請求項１４乃至１７の何れかに記載のコンピュータプログラム。
【請求項１９】
プロファイルパラメータの相関を決定する段階；及び
決定された相関に基づいて、段階ａ）にて前記形状モデルを定めるために使用されるプロファイルパラメータを選択する段階；
のための命令を更に有する請求項１４乃至１８の何れかに記載のコンピュータプログラム。
【請求項２０】
前記サポートベクトルマシンは、段階ｄ）にて、シーケンシャル最小最適化法を用いて訓練される、請求項１４乃至１９の何れかに記載のコンピュータプログラム。
【請求項２１】
段階ｄ）の後、且つ段階ｅ）の前に、シミュレート回折信号の試験セット及びプロファイルパラメータの値の試験セットを取得する段階；
前記シミュレート回折信号の試験セットを前記サポートベクトルマシンへの入力として用い、且つ前記プロファイルパラメータの値の試験セットを前記サポートベクトルマシンの予期される出力として用いて、前記サポートベクトルマシンを試験する段階；及び
１つ以上の精度基準が満たされない場合、前記試験セット内の１つ以上のシミュレート回折信号、及び前記試験セット内の１つ以上のプロファイルパラメータの値を用いて、前記サポートベクトルマシンを再訓練する段階；
のための命令を更に有する請求項１４乃至２０の何れかに記載のコンピュータプログラム。
【請求項２２】

前記サポートベクトルマシンを試験する前に、前記試験セット内のシミュレート回折信号にノイズ信号を挿入する段階；
のための命令を更に有する請求項２１に記載のコンピュータプログラム。
【請求項２３】
半導体ウェハ上に形成された構造の１つ以上の特徴を決定するシステムであって：
回折信号を測定するように構成された光計測装置；
シミュレーションによるシミュレート回折信号の組を入力として用い、且つプロファイルパラメータの値の組を予期される出力として用いて訓練されるサポートベクトルマシンであり、前記シミュレート回折信号の組は、前記プロファイルパラメータの前記値の組を用いて生成されており、且つ前記プロファイルパラメータは前記構造の幾何学形状を特徴付けるものである、サポートベクトルマシン；及び
訓練済みサポートベクトルマシンに測定回折信号を入力し、該訓練済みサポートベクトルマシンからの出力として前記構造のプロファイルパラメータの値を取得するように構成されたプロセッサ；
を有するシステム。
【請求項２４】
前記シミュレート回折信号の組は、
前記構造上で反射されるときの光の強度の変化を特徴付ける反射パラメータ、並びに
前記構造上で反射されるときの光の偏光状態の変化を特徴付ける偏光パラメータであり：
偏光解消効果で平均化され且つ前記反射パラメータに正規化された複素反射係数の絶対値の二乗の間の差を特徴付ける第１偏光パラメータ；
偏光解消効果で平均化され且つ前記反射パラメータに正規化された複素反射係数の干渉の虚部を特徴付ける第２偏光パラメータ；及び
偏光解消効果で平均化され且つ前記反射パラメータに正規化された複素反射係数の干渉の実部を特徴付ける第３偏光パラメータ；
を有する偏光パラメータ、
を含む信号パラメータの標準セットを用いて生成される、請求項２３に記載のシステム。
【請求項２５】
前記ウェハ上に前記構造を製造するために製造プロセスを実行するように構成された第１の製造ツールを更に有し、前記プロセッサは、取得された前記プロファイルパラメータの値に基づいて、１つ以上のプロセスパラメータ又は前記第１の製造ツールの装置設定を調整するように構成されている、請求項２３又は２４に記載のシステム。
【請求項２６】
前記ウェハに製造プロセスを実行するように構成された第２の製造ツールを更に有し、前記プロセッサは、取得された前記プロファイルパラメータの値に基づいて、１つ以上のプロセスパラメータ又は前記第２の製造ツールの装置設定を調整するように構成されている、請求項２５に記載のシステム。
【請求項２７】
前記第１の製造ツールは前記第２の製造ツールに先立って前記ウェハを処理する、請求項２６に記載のシステム。
【請求項２８】
前記第１の製造ツールは前記第２の製造ツールに続いて前記ウェハを処理する、請求項２６に記載のシステム。
【請求項２９】
前記シミュレート回折信号の組は、正規化されたプロファイルパラメータの値を用いて生成され、且つ前記プロセッサは、前記サポートベクトルマシンの出力として取得された前記プロファイルパラメータの値を非正規化するように構成されている、請求項２３乃至２８の何れかに記載のシステム。

【請求項３０】
前記プロファイルパラメータはプロファイルパラメータの相関に基づいて選択される、請求項２３乃至２９の何れかに記載のシステム。
【請求項３１】
前記サポートベクトルマシンは、シーケンシャル最小最適化法を用いて訓練される、請求項２３乃至３０の何れかに記載のシステム。
【請求項３２】
前記サポートベクトルマシンは、シミュレート回折信号の試験セット及びプロファイルパラメータの値の試験セットを用いて試験され、前記サポートベクトルマシンが試験されたときに１つ以上の精度基準が満たされない場合、前記サポートベクトルマシンは、前記試験セット内の１つ以上のシミュレート回折信号、及び前記試験セット内の１つ以上のプロファイルパラメータの値を用いて再訓練される、請求項２３乃至３１の何れかに記載のシステム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、概して、半導体ウェハ上に形成された構造の光計測に関し、より具体的には、サポートベクトルマシンを用いて製造ツールを制御することに関する。
【背景技術】
【０００２】
光計測は、入射ビームを構造に導くこと、得られた回折ビームを測定すること、及び回折ビームを分析して構造の特徴を決定することを含んでいる。半導体の製造において、光計測は一般的に品質保証のために用いられている。光計測は、例えば、半導体ウェハ上の半導体チップに近接して周期的格子を製造した後、周期的格子のプロファイルを決定するために用いられる。周期的格子のプロファイルを決定することにより、この周期的格子、そして更には、この周期的格子に近接する半導体チップ、を形成するために使用された製造プロセスの品質を評価することができる。
【０００３】
１つの従来の光計測システムは、回折ビームを分析するために、例えば厳密結合波解析（rigorous coupled-wave analysis；ＲＣＷＡ）等の回折モデル化技術を用いている。より具体的には、回折モデル化技術においては、マクスウェル方程式を解くことに部分的に基づいてモデル回折信号が計算される。モデル回折信号を計算することは、多数の複雑な計算を実行することを必要とし、時間消費型且つ高コストなものになり得る。
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
本発明は、サポートベクトルマシンを用いて制御ツールを制御する方法を提供することを目的とする。
【課題を解決するための手段】
【０００５】
典型的な一実施形態において、製造ツールがサポートベクトルマシンを用いて制御される。構造の形状モデルが取得される。形状モデルは構造の幾何学形状を特徴付けるプロファイルパラメータによって定められる。プロファイルパラメータの値の組が取得される。プロファイルパラメータの値の組を用いて、シミュレート回折信号の組が生成される。各シミュレート回折信号は構造から回折される光の挙動を特徴付ける。サポートベクトルマシンが、シミュレート回折信号の組を該サポートベクトルマシンへの入力として用い、且つプロファイルパラメータの値の組を該サポートベクトルマシンの予期される出力として用いて訓練される。サポートベクトルマシンが訓練された後、ウェハ上に構造を製造するよう、製造ツールを用いて製造プロセスが実行される。構造からの測定回折信号が取得される。訓練済みサポートベクトルマシンに測定回折信号が入力される。訓練済みサポート

ベクトルマシンからの出力として、構造のプロファイルパラメータの値が取得される。取得されたプロファイルパラメータの値に基づいて、１つ以上のプロセスパラメータ又は製造ツールの装置設定が調整される。

【発明を実施するための最良の形態】

【０００６】

本発明は、添付の図面に関連付けて説明される以下の詳細な説明を参照することによって、より十分に理解される。図面において、似通った部分は似通った参照符号によって参照される。

【０００７】

以下の説明にて、数多くの具体的な構成及びパラメータ等を説明する。しかしながら、認識されるべきことには、この説明は本発明の範囲を限定するためではなく、典型的な実施形態を説明するために提示されるものである。

【０００８】

図１を参照するに、光計測システム１００は、構造の検査及び分析を行うために使用されることができる。例えば、光計測システム１００は、ウェハ１０４上に形成された周期的格子１０２の特徴を決定するために使用され得る。上述のように、周期的格子１０２は、例えばウェハ１０４上に形成されたデバイスの隣などの、ウェハ１０４上の検査領域に形成されることができる。他の例では、周期的格子１０２は、デバイス動作を妨げないデバイス領域内、あるいはウェハ１０４のスクライブラインに沿って形成されることもできる。

【０００９】

図１に示されているように、光計測システム１００は、光源１０６及び検出器１１２を有する光計測装置を含み得る。周期的格子１０２は光源１０６からの入射ビーム１０８によって照らされる。この典型的な実施形態においては、入射ビーム１０８は、周期的格子１０２の法線（ベクトルｎ）に対して入射角θ_iで、且つ方位（アジマス）角（すなわち、入射ビーム１０８の平面と、周期的格子１０２の周期性の方向との間の角度）Φで、周期的格子１０２上に導かれている。回折ビーム１１０は法線（ベクトルｎ）に対して角度θ_dで出射され、検出器１１２によって受光される。検出器１１２は回折ビーム１１０を測定による測定回折信号に変換する。測定回折信号は、反射率、ｔａｎ（）、ｃｏｓ（）、フーリエ係数などを含み得る。しかしながら、認識されるべきことには、入射ビーム１０８は、周期的格子１０２上にそれに垂直に導かれることもできる。

【００１０】

光計測システム１００はまた、サポートベクトルマシン１１６を備えた処理モジュール１１４を含んでいる。処理モジュール１１４は、測定回折信号を受信し、この測定回折信号及びサポートベクトルマシン１１６を用いて構造１０２の１つ以上の特徴を決定するように構成されている。

【００１１】

図２を参照するに、半導体ウェハ上に形成された構造の１つ以上の特徴を決定する典型的なプロセス２００が示されている。段階２０２にて、構造の形状モデルが取得される。形状モデルは、詳細に後述されるように、構造の幾何学形状を特徴付けるプロファイルパラメータによって定められる。

【００１２】

例えば、図３Ａに示されているように、形状モデル３００は、構造の高さ及び幅をそれぞれ定義するプロファイルパラメータｈ１及びｗ１によって定められる。図３Ｂ－３Ｅに示されているように、形状モデル３００を定めるプロファイルパラメータの数を増やすことによって、構造の更なる形状及び特徴を特徴付けることが可能である。例えば、図３Ｂに示されているように、形状モデル３００は、構造の高さ、底部幅及び頂部幅を定義するプロファイルパラメータｈ１、ｗ１及びｗ２によって定められ得る。なお、形状モデル３００のプロファイルパラメータｗ１又はｗ２は、それぞれ、底部の臨界寸法（底部ＣＤ）及び頂部ＣＤと呼ばれる。認識されるように、形状モデル３００を定めるために、入射角

度（ＡＯＩ）、ピッチ、ｎ及びｋ、ハードウェアのパラメータ（例えば、偏光子の角度）、及びこれらに類するものを含む様々な種類のプロファイルパラメータが使用され得る。

【００１３】

用語“一次元構造”は、ここでは、１つの次元に変化するプロファイルを有する構造を呼ぶために使用される。例えば、図４Ａは、１つの次元（すなわち、ｘ方向）に変化するプロファイルを有する周期的格子を示している。図４Ａに示された周期的格子のプロファイルは、ｘ方向の関数としてｚ方向に変化している。しかしながら、図４Ａに示された周期的格子のプロファイルは、ｙ方向には実質的に均一あるいは連続的であると想定される。

【００１４】

用語“二次元構造”は、ここでは、２つの次元に変化するプロファイルを有する構造を呼ぶために使用される。例えば、図４Ｂは、２つの次元（すなわち、ｘ方向及びｙ方向）に変化するプロファイルを有する周期的格子を示している。図４Ｂに示された周期的格子のプロファイルはｚ方向に変化している。

【００１５】

図５Ａは、二次元反復構造の単位セル群から成る典型的な直交格子の上面図を示している。仮説的な格子線が反復構造の上面図に重ね合わされており、格子線は周期性の方向に沿って引かれている。仮説的な格子線は単位セル群と呼ぶ領域群を形成している。単位セル群は直交配置又は非直交配置に配列され得る。二次元反復構造は、繰り返しのポスト群、コンタクトホール群、ビア群、アイランド群、又は単位セル内の２つ以上の形状の組み合わせ等の造形部を有し得る。さらに、造形部は多様な形状を有していてもよく、また、凹状若しくは凸状の造形部、又は凹状及び凸状の造形部の組み合わせであってもよい。図５Ａを参照するに、反復構造５００は、直交するように配列された孔群を有する単位セル群を有している。単位セル５０２は、全ての造形部及び要素を該単位セル５０２内に含んでおり、該単位セル５０２の実質的中心に孔５０４を有している。

【００１６】

図５Ｂは、二次元反復構造の上面図を示している。単位セル５１０は凹状の楕円形の孔を含んでいる。図５Ｂは、孔の底に向かって寸法が徐々に小さくなる楕円形の孔を有する造形部５２０を備えた単位セル５１０を示している。この構造を特徴付けるために使用されるプロファイルパラメータは、Ｘピッチ５１０及びＹピッチ５１４を含んでいる。また、造形部５２０の頂部を表す楕円の長軸５１６と、造形部５２０の底部を表す楕円の長軸５１８が、造形部５２０を特徴付けるために使用されてもよい。さらに、造形部の頂部と底部との間にある如何なる長軸、及び頂部、底部若しくはその中間部の楕円の如何なる短軸（図示せず）も用いられ得る。

【００１７】

図５Ｃは、二次元反復構造の上面図を特徴付けるための典型的な技術を示している。反復構造の単位セル５３０は、上から見るとピーナッツ型をしたアイランドである造形部５３２を有している。１つのモデル化手法は、様々な数の楕円形及び多角形、又はそれらの組み合わせを用いて造形部５３２を近似することを含む。さらに、造形部５３２の上面形状の変動性を分析した後、楕円形１及び楕円形２である２つの楕円形、及び多角形１及び多角形２である２つの多角形によって造形部５３２が完全に特徴付けられることが判明したとする。そのとき、２つの楕円形及び２つの多角形を特徴付けるのに必要なパラメータは、以下の９個のパラメータを有する：楕円形１のＴ１及びＴ２；多角形１のＴ３、Ｔ４及びθ_1；多角形２のＴ４、Ｔ５及びθ_2；並びに楕円形２のＴ６及びＴ７。数多くのその他の形状の組み合わせが、単位セル５３０内の造形部５３２の上面を特徴付けるために使用されてもよい。二次元反復構造のモデル化についての更なる詳細は、Vuong等によって「OPTICAL METROLOGY OPTIMIZATION FOR REPETITIVE STRUCTURES」という発明名称で２００４年４月２７日に出願された米国特許出願第１１／０６１３０３号明細書に記載されている。なお、この文献は参照することによりその全体がここに組み込まれる。

【００１８】

一実施形態において、プロファイルパラメータ間の相関が決定される。形状モデルを定めるために使用されるプロファイルパラメータは、決定された相関に基づいて選択される。具体的には、所望の相関量に満たない相関を有するプロファイルパラメータが選択される。プロファイルパラメータの相関を決定するために多変量解析が使用され得る。多変量解析は、線形解析又は非線形解析を含み得る。また、多変量解析は、主成分分析（Principal Components Analysis；ＰＣＡ）、独立成分分析（Independent Component Analysis）、相互相関分析、線形近似分析、及びこれらに類するものを含み得る。複数のプロファイルパラメータの相関を決定する方法の詳細な説明に関しては、Vuong等によって「TRANSFORMING METROLOGY DATA FROM A SEMICONDUCTOR TREATMENT SYSTEM USING MULTIVARIATE ANALYSIS」という発明名称で２００６年５月８日に出願された米国特許出願第１１／３４９７７３号明細書を参照し得る。なお、この文献は参照することによりその全体がここに組み込まれる。

【００１９】

段階２０４にて、プロファイルパラメータの一組の値が取得される。この組内のプロファイルパラメータの値は、実験的あるいは経験的にの何れかで決定されることができる。例えば、検査される構造の頂部の幅（すなわち、頂部ＣＤ）が或る値域内で変動すると予期される場合、その値域内の多数の異なる値が、段階２０４にて取得される組として使用される。例えば、頂部ＣＤが、例えば８０ｎｍと１１０ｎｍとの間など、３０ｎｍの範囲内で変動すると予期されると仮定する。８０ｎｍから１１０ｎｍの範囲内での頂部ＣＤの多数の異なる値が、段階２０４におけるプロファイルパラメータの値の組として使用される。

【００２０】

段階２０６にて、プロファイルパラメータの値の組を用いて、一組のシミュレーションによる回折信号が生成される。シミュレーションによるシミュレート回折信号の各々は、構造から回折される光の挙動を特徴付ける。典型的な一実施形態において、シミュレート回折信号は、プロファイルパラメータを入力として、例えば厳密結合波解析（ＲＣＷＡ）等の数値解析技術を用いてシミュレート回折信号を計算することによって生成され得る。典型的な他の一実施形態において、シミュレート回折信号は、例えば逆伝搬、放射基底関数、サポートベクトル、カーネル回帰、及びこれらに類するもの等の、機械学習アルゴリズムを用いて生成され得る。更なる詳細は、２００５年９月１３日に発行された「GENERATION OF A LIBRARY OF PERIODIC GRATING DIFFRACTION SIGNAL」という発明名称のNiu等の米国特許第６９１３９００号の明細書を参照し得る。なお、この文献は参照することによりその全体がここに組み込まれる。

【００２１】

段階２０８にて、シミュレート回折信号の組をサポートベクトルマシンへの入力として用い、且つプロファイルパラメータの値の組をサポートベクトルマシンの予期される出力として用い、サポートベクトルマシンが訓練される。シミュレート回折信号の組をサポートベクトルマシンへの入力として、プロファイルパラメータの値の組をサポートベクトルマシンの予期される出力として用いることにより、サポートベクトルマシンは、これら２つの組の間の関数を学習する。より具体的には、典型的な一実施形態において、サポートベクトルマシンはカーネル関数を用いて、プロファイルパラメータの値の組と非線形の関係を有するシミュレート回折信号の組を、プロファイルパラメータの値の組に対して線形な関係を有する造形部空間に転送する（Wang、「Support Vector Machine －An Introduction」（2005年、Support Vector Machine：Theory and Applications、p.1-45を参照し得る）。

【００２２】

サポートベクトルマシンの精度は、典型的に、この訓練過程に使用されるシミュレート回折信号及びプロファイルパラメータの値の数を増加させることによって向上される。この訓練過程を高速化するため、シーケンシャル最小最適化（sequential minimal optimization）プロセスが使用され得る（Platt、「Fast Training of Support Vector M

achines using Sequential Minimal Optimization」、1999年、Advances in kernel methods：support vector learning、p.185-208を参照し得る）。

【００２３】

典型的な一実施形態において、訓練過程の後、サポートベクトルマシンは、シミュレート回折信号の試験セット及びプロファイルパラメータの値の試験セットを用いて、試験されることが可能である。より具体的には、プロファイルパラメータの値の試験セットが取得される。好ましくは、試験セット内のプロファイルパラメータの値は、訓練のために使用された値の組にて使用された値とは異なるものにされる。しかしながら、試験セットにて使用される値は、訓練のために使用された値域の範囲内である。シミュレート回折信号の試験セットは、プロファイルパラメータの値の試験セットを用いて生成される。シミュレート回折信号の試験セットはサポートベクトルマシンに入力され、プロファイルパラメータの値の出力セットが生成される。そして、この出力セットがプロファイルパラメータの値の試験セットと比較され、サポートベクトルマシンの精度が決定される。

【００２４】

図６Ａ及び６Ｂは、３０ｎｍの頂部ＣＤ範囲の２０００訓練点（すなわち、訓練のために使用される組内のプロファイルパラメータの２０００個の値、及び訓練のために使用される組内の２０００個のシミュレート回折信号）を用いて訓練されたサポートベクトルマシンの精度を示すグラフである。図６Ａ及び６Ｂに示された精度は、サポートベクトルマシンへの入力として使用されたシミュレート回折信号に対応する頂部ＣＤ値である頂部ＣＤの期待値と、サポートベクトルマシンの出力として生成された頂部ＣＤの値との間の差として決定されたものである。図６Ａにおいては、サポートベクトルマシンの精度を試験するために５００個の試験点が使用されている。図６Ｂにおいては、サポートベクトルマシンの精度を試験するために２５００個の試験点が使用されている。

【００２５】

サポートベクトルマシンの精度が試験過程における１つ以上の精度基準を満たさない場合、サポートベクトルマシンは再訓練され得る。典型的な一実施形態において、サポートベクトルマシンは、試験過程にて使用されたシミュレート回折信号及びプロファイルパラメータの値のうちの１つ以上を用いて再訓練され得る。

【００２６】

例えば、図６Ｂを参照するに、幾つかの試験点は正規化された値で０．１ｎｍ及び－０．１ｎｍを超過して描かれている。故に、精度基準が、０．１ｎｍ又は－０．１ｎｍを超える試験点がないことというものである場合、サポートベクトルマシンは再訓練される。典型的な一実施形態において、０．１ｎｍ又は－０．１ｎｍを超えた試験点に対応するプロファイルパラメータの値及びシミュレート回折信号が、サポートベクトルマシンを再訓練することに使用される。認識されるように、サポートベクトルマシンが再訓練されるべきかを決定することには、様々な精度基準が使用され得る。例えば、０．１ｎｍ又は－０．１ｎｍを超えた試験点の最大数が精度基準として用いられてもよい。

【００２７】

典型的な一実施形態において、この試験過程は、試験のために使用されるシミュレート回折信号にノイズ信号を導入することを含んでいてもよい。例えば、図６Ｃは、試験セットのシミュレート回折信号に０．００２（σ）のノイズレベルを導入した５００個の試験点を示している。図６Ｃに示された精度は、サポートベクトルマシンへの入力として使用されたシミュレート回折信号に対応する頂部ＣＤ値である頂部ＣＤの期待値と、サポートベクトルマシンの出力として生成された頂部ＣＤの値との間の差として決定されたものである。図６Ｃの精度の値は正規化された値である。

【００２８】

サポートベクトルマシンが訓練され、試験され、且つ／或いは再訓練されると、サポートベクトルマシンを用いて構造の１つ以上の特徴が決定され得る。具体的には、段階２１０にて、構造からの測定回折信号が取得される。サポートベクトルマシンは既に訓練されており、段階２１２にて、測定回折信号は訓練済みのサポートベクトルマシンに入力され

る。段階２１２後の段階２１４にて、構造のプロファイルパラメータの値が、訓練済みサポートベクトルマシンからの出力として取得される。

【００２９】

図７は、構造の特徴（この例では中間部のＣＤ）を決定するためにサポートベクトルマシン（ＳＶＭ）及びＣＤ－走査型電子顕微鏡（ＣＤ－ＳＥＭ）を用いることにより得られた結果を比較するグラフを示している。具体的には、横軸は、サポートベクトルマシンを用いて決定された中間部ＣＤの値に相当している。縦軸は、ＣＤ－ＳＥＭを用いて決定された中間部ＣＤの値に相当している。中間部ＣＤの値はｎｍ単位で表されており、正規化されていない。図７に示されるように、結果はR^2値で０．９９６２であった。

【００３０】

典型的な一実施形態において、プロファイルパラメータの値は正規化された値である。より具体的には、段階２０４にて取得されたプロファイルパラメータの値は正規化される。サポートベクトルマシンは、段階２０８にて、正規化されたプロファイルパラメータの値を用いて訓練される。故に、段階２１４にて訓練済みのサポートベクトルマシンからの出力として取得されるプロファイルパラメータの値は正規化された値である。この典型的な実施形態においては、段階２１４にて取得された正規化された値は非正規化される。

【００３１】

典型的な一実施形態において、シミュレート回折信号は、信号パラメータの標準セットを用いて定められる。この標準セットは、構造上で反射されるときの光強度の変化を特徴付ける反射パラメータと、構造上で反射されるときの光の偏光状態の変化を特徴付ける偏光パラメータとを含む。

【００３２】

この典型的な実施形態においては、信号パラメータの標準セットの反射パラメータは、光の複素反射係数の絶対値の二乗平均に相当する。偏光パラメータは、Ｒに正規化された複素反射係数の絶対値の二乗間の差の半分を特徴付ける第１のパラメータ（Ｎ）と、Ｒに正規化された２つの複素反射係数の干渉の虚部を特徴付ける第２のパラメータ（Ｓ）と、Ｒに正規化された２つの複素反射係数の干渉の実部を特徴付ける第３のパラメータ（Ｃ）とを含む。故に、信号パラメータの標準セットはパラメータ（Ｒ、ＮＳＣ）を含む。

【００３３】

この典型的な実施形態においては、段階２０６にて生成されたシミュレート回折信号は、信号パラメータ（Ｒ、ＮＳＣ）の標準セットを用いて定められる。サポートベクトルマシンは、段階２０８にて、信号パラメータ（Ｒ、ＮＳＣ）の標準セットを用いて定められたシミュレート回折信号を用いて訓練される。測定回折信号が、光強度の変化のみを測定する例えば分光反射率計などの反射率計を用いて測定されるとき、処理モジュール１１４は信号パラメータの標準セットの反射パラメータのみを使用する。測定回折信号が、光の強度及び偏光状態の変化を測定する例えば回転補償子型偏光解析装置（ＲＣＥ）などの偏光解析装置（エリプソメータ）を用いて測定されるとき、処理モジュール１１４は信号パラメータの標準セットの反射パラメータ及び偏光パラメータを使用する。

【００３４】

図８を参照するに、半導体ウェハ上の構造の１つ以上の特徴を決定する典型的なプロセス８００が示されている。段階８０２にて、構造の形状モデルが取得される。形状モデルは、上述のように、構造の幾何学形状を特徴付けるプロファイルパラメータによって定められる。段階８０４にて、プロファイルパラメータの訓練セットが取得される。段階８０６にて、プロファイルパラメータの値の訓練セットを用いて、シミュレート回折信号の訓練セットが生成される。各シミュレート回折信号は、上述のように、構造から回折される光の挙動を特徴付ける。段階８０８にて、プロファイルパラメータの値の訓練セットをサポートベクトルマシンへの入力として用い、且つシミュレート回折信号の訓練セットをサポートベクトルマシンの予期される出力として用い、サポートベクトルマシンが訓練される。

【００３５】

上述のように、訓練過程の後、サポートベクトルマシンは、シミュレート回折信号の試験セット及びプロファイルパラメータの値の試験セットを用いて、試験されることが可能である。やはり上述のように、サポートベクトルマシンの精度が試験過程における１つ以上の精度基準を満たさない場合、サポートベクトルマシンは再訓練され得る。

【００３６】

サポートベクトルマシンが訓練され、試験され、且つ／或いは再訓練されると、サポートベクトルマシンを用いて構造の１つ以上の特徴が決定され得る。具体的には、段階８１０にて、構造からの測定回折信号が取得される。段階８１２にて、プロファイルパラメータの値の組を訓練済みのサポートベクトルマシンへの入力として用いて、シミュレート回折信号が生成される。段階８１４にて、測定回折信号が、段階８１２にて生成されたシミュレート回折信号と比較される。測定回折信号とシミュレート回折信号とが１つ以上の整合基準内で整合するとき、構造のプロファイルパラメータの値はシミュレート回折信号を生成するために段階８１２にて使用されたプロファイルパラメータの値の組であると決定される。

【００３７】

上述のように、典型的な一実施形態において、プロファイルパラメータの値は正規化された値である。やはり上述のように、典型的な一実施形態において、シミュレート回折信号は、信号パラメータ（Ｒ、ＮＳＣ）の標準セットを用いて定められる。

【００３８】

典型的な一実施形態においては、段階８１２にて、プロファイルパラメータの値の相異なる組を、訓練済みのサポートベクトルマシンへの入力として用いて、複数のシミュレート回折信号が生成される。各シミュレート回折信号は、そのシミュレート回折信号を生成するために使用されたプロファイルパラメータの値の組に関連付けられる。複数のシミュレート回折信号、プロファイルパラメータの値の相異なる組、及び各シミュレート回折信号とそのシミュレート回折信号を生成するために使用されたプロファイルパラメータの値の組との関連性は、ライブラリー１１８（図１）に記憶される。

【００３９】

この典型的な実施形態においては、段階８１４にて、測定回折信号とシミュレート回折信号とが１つ以上の整合基準内で整合しないとき、測定回折信号は、シミュレート回折信号のライブラリー１１８（図１）からの別のシミュレート回折信号と比較される。測定回折信号と該別のシミュレート回折信号とが１つ以上の整合基準内で一致するとき、構造のプロファイルパラメータの値は、ライブラリー１１８（図１）内の該シミュレート回折信号に関連付けられたプロファイルパラメータの値の組であると決定される。

【００４０】

典型的な他の一実施形態においては、段階８１４にて、測定回折信号とシミュレート回折信号とが１つ以上の整合基準内で整合しないとき、プロファイルパラメータの異なる値の組を訓練されたサポートベクトルマシンへの入力として用いて、別のシミュレート回折信号が生成される。測定回折信号は該別のシミュレート回折信号と比較される。測定回折信号と該別のシミュレート回折信号とが１つ以上の整合基準内で一致するとき、構造のプロファイルパラメータの値は、該別のシミュレート回折信号を生成するために使用されたプロファイルパラメータの異なる値の組であると決定される。

【００４１】

図９は、ウェハ上に構造を製造するために使用される第１の製造ツールを制御する典型的なプロセスを示している。段階９０２にて、構造の形状モデルが取得される。上述のように、プロファイルパラメータが構造の幾何学形状を特徴付ける。段階９０４にて、プロファイルパラメータの値の組が取得される。段階９０６にて、プロファイルパラメータの値の組を用いて、シミュレート回折信号の組が生成される。各シミュレート回折信号は、構造から回折される光の挙動を特徴付ける。段階９０８にて、シミュレート回折信号の組をサポートベクトルマシンへの入力として用い、且つプロファイルパラメータの値の組をサポートベクトルマシンの予期される出力として用い、サポートベクトルマシンが訓練さ

れる。

【００４２】

サポートベクトルマシンが訓練された後、段階９１０にて、ウェハ上に構造を製造するために、第１の製造ツールを用いて製造プロセスが実行される。段階９１２にて、第１の製造ツールを用いて構造が製造された後、構造からの測定回折信号が取得される。段階９１４にて、測定回折信号がサポートベクトルマシンに入力される。段階９１４の後の段階９１６にて、訓練済みのサポートベクトルマシンからの出力として、構造のプロファイルパラメータの値が取得される。段階９１８にて、段階９１６にて取得されたプロファイルパラメータの値に基づいて、１つ以上のプロセスパラメータ又は第１の製造ツールの装置設定が調整される。

【００４３】

典型的な一実施形態において、１つ以上のプロセスパラメータ又は第２の製造ツールの装置設定が、段階９１６にて取得されたプロファイルパラメータの１つ以上の値に基づいて調整される。第２の製造ツールは、第１の製造ツールにて処理された後、あるいは処理される前のウェハを処理することができる。

【００４４】

例えば、第１の製造ツール及び第２の製造ツールは、フォトリソグラフィ、エッチング、熱処理、メタライゼーション、イオン注入、化学的気相成長、化学的機械的研磨、及びこれらに類する処理を実行するように構成され得る。具体的には、第１の製造ツールはフォトリソグラフィプロセスの現像工程を実行するように構成され、第２の製造ツールは、フォトリソグラフィプロセスの、現像工程に先立って行われる露光工程を実行するように構成されてもよい。他の例では、第１の製造ツールはフォトリソグラフィプロセスの現像工程を実行するように構成され、第２の製造ツールは、フォトリソグラフィプロセスの、現像工程に続いて行われるエッチング工程を実行するように構成されてもよい。

【００４５】

図１０は、半導体ウェハ上への構造の製造を制御する典型的なシステム１０００を示している。システム１０００は、第１の製造ツール１００２及び光計測システム１００４を含んでいる。システム１０００はまた、第２の製造ツール１００６を含んでいてもよい。図１０においては、第２の製造ツール１００６は第１の製造ツール１００２に続いているように描かれているが、認識されるように、第２の製造ツール１００６はシステム１０００内で第１の製造ツール１００２の前に配置されてもよい。

【００４６】

光計測システム１００４は、光計測装置１００８、サポートベクトルマシン１０１０、及びプロセッサ１０１２を含んでいる。光計測装置１００８は構造からの回折信号を測定するように構成されている。光計測装置１００８は反射率計、偏光解析装置及びこれらに類するものであり得る。

【００４７】

上述のように、サポートベクトルマシン１０１０は、該サポートベクトルマシンの入力としてシミュレート回折信号の組を用い、且つ該サポートベクトルマシンの予期される出力としてプロファイルパラメータの値の組を用いて、訓練されることが可能である。シミュレート回折信号の組は、構造の幾何学形状を特徴付けるプロファイルパラメータの値の組を用いて生成される。

【００４８】

プロセッサ１０１２は、測定回折信号をサポートベクトルマシン１０１０に入力するように構成されている。プロセッサ１０１２は、サポートベクトルマシン１０１０からの出力として、構造のプロファイルパラメータの値を取得するように構成されている。プロセッサ１０１２はまた、取得されたプロファイルパラメータの値に基づいて、１つ以上のプロセスパラメータ又は第１の製造ツール１００２の装置設定を調整するように構成されている。上述のように、プロセッサ１０１２はまた、取得されたプロファイルパラメータの値に基づいて、１つ以上のプロセスパラメータ又は第２の製造ツール１００６の装置設定

を調整するように構成されていてもよい。

【００４９】

以上の本発明の具体的な実施形態の説明は、例示及び説明の目的で提示されたものである。これらは網羅的なものでも、本発明を開示されたままの形態に限定するものでもない。理解されるように、以上の教示を受けることにより、数多くの変更や変形が可能である。

【図面の簡単な説明】

【００５０】

【図１】典型的な光計測システムを示す図である。

【図２】半導体ウェハ上に形成された構造を検査する典型的なプロセスを示す図である。

【図３Ａ】典型的な形状モデルを示す図である。

【図３Ｂ】典型的な形状モデルを示す図である。

【図３Ｃ】典型的な形状モデルを示す図である。

【図３Ｄ】典型的な形状モデルを示す図である。

【図３Ｅ】典型的な形状モデルを示す図である。

【図４Ａ】典型的な一次元構造を示す図である。

【図４Ｂ】典型的な二次元構造を示す図である。

【図５Ａ】二次元構造の典型的な形状モデルを示す図である。

【図５Ｂ】二次元構造の典型的な形状モデルを示す図である。

【図５Ｃ】二次元構造の典型的な形状モデルを示す図である。

【図６Ａ】サポートベクトルマシンの精度を示すグラフである。

【図６Ｂ】サポートベクトルマシンの精度を示すグラフである。

【図６Ｃ】サポートベクトルマシンの精度を示すグラフである。

【図７】サポートベクトルマシン及び臨界寸法－走査型電子顕微鏡（ＣＤ－ＳＥＭ）を用いたときの結果の比較を示す図である。

【図８】半導体ウェハ上の構造を検査する他の典型的なプロセスを示す図である。

【図９】製造ツールを制御する典型的なプロセスを示す図である。

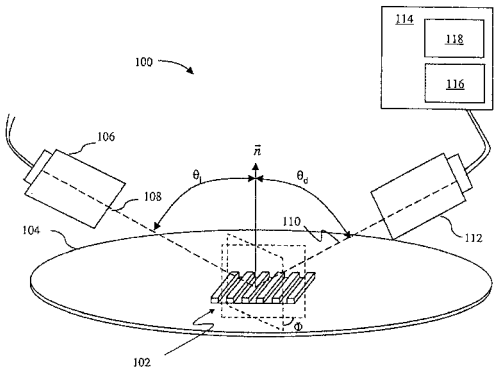
【図１０】製造ツールを制御するシステムを示す図である。

【符号の説明】

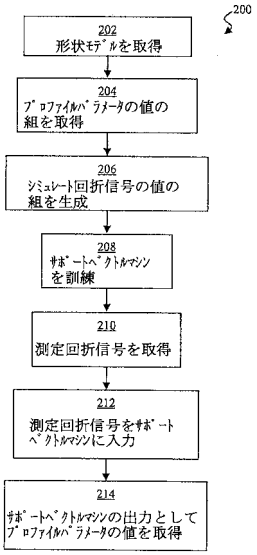
【００５１】

１００、１００４　光計測システム
１０２、５００　構造（周期的格子）
１０４　ウェハ
１０６　光源
１０８　入射ビーム
１１０　回折ビーム
１１２　検出器
１１４　処理モジュール
１１６、１０１０　サポートベクトルマシン
１１８　ライブラリー
３００　形状モデル
５０２、５１０、５３０　単位セル
１０００　システム
１００２、１００６　製造ツール
１００８　光計測装置
１０１２　プロセッサ

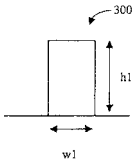
【図１】



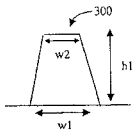
【図２】



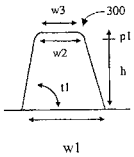
【図３Ａ】



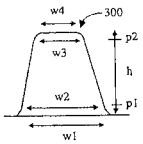
【図３Ｂ】



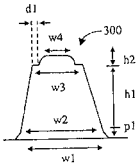
【図３Ｃ】



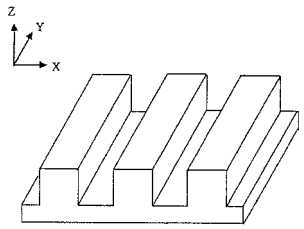
【図３Ｄ】



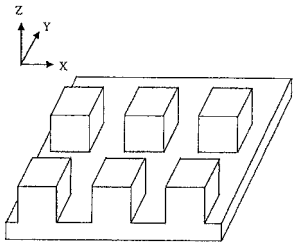
【図３Ｅ】



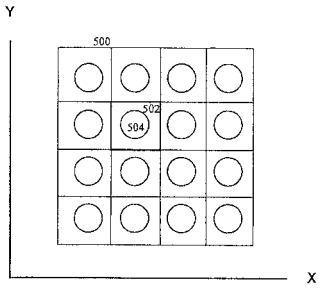
【図４Ａ】



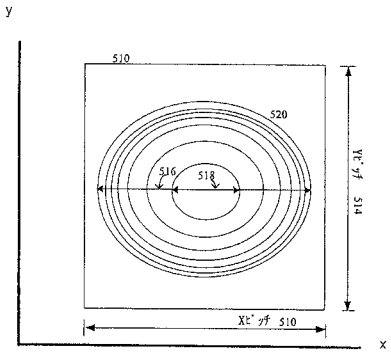
【図４Ｂ】



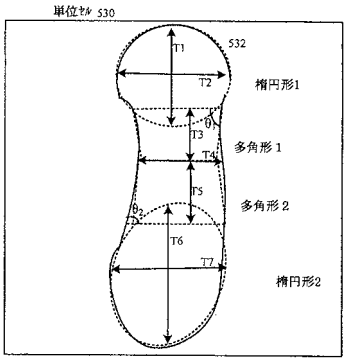
【図５Ａ】



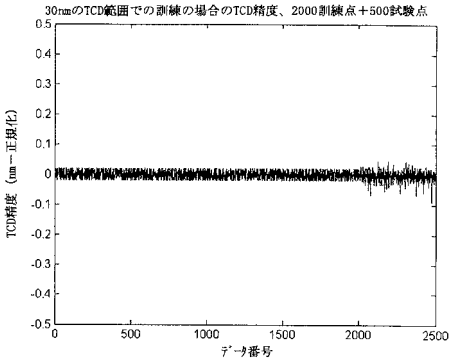
【図５Ｂ】



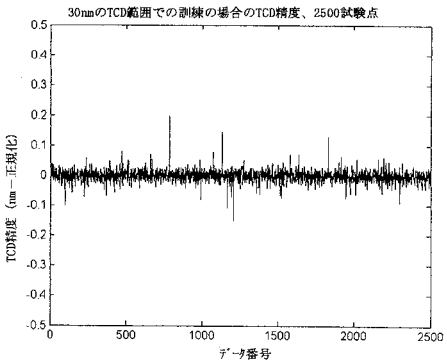
【図５Ｃ】



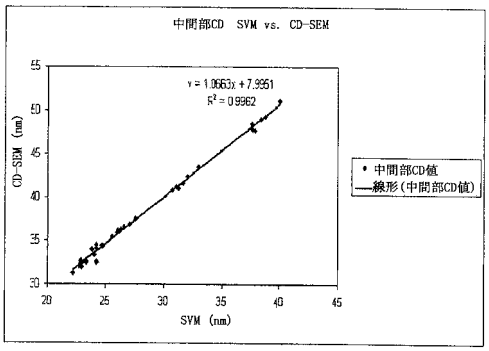
【図６Ａ】



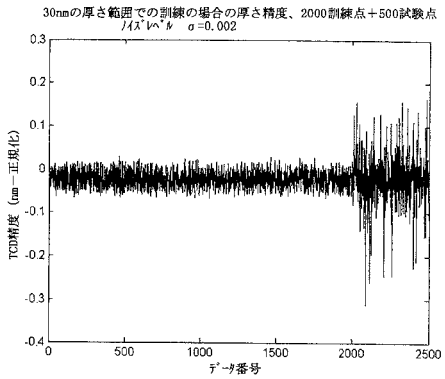
【図６Ｂ】



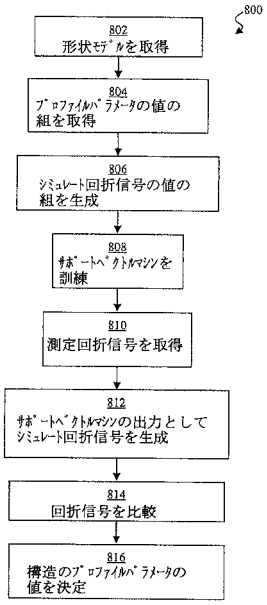
【図７】



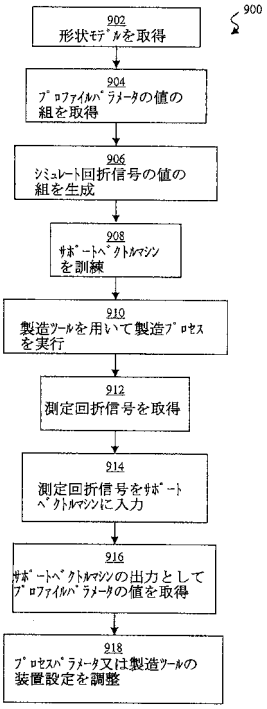
【図６Ｃ】



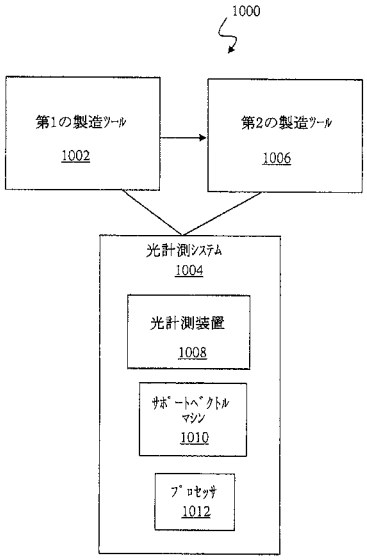
【図８】


800
802
形状ﾓﾃﾞﾙを取得
804
ﾌﾟﾛﾌｧｲﾙﾊﾟﾗﾒｰﾀの値の組を取得
806
ｼﾐｭﾚｰﾄ回折信号の値の組を生成
808
ｻﾎﾟｰﾄﾍﾞｸﾄﾙﾏｼﾝを訓練
810
測定回折信号を取得
812
ｻﾎﾟｰﾄﾍﾞｸﾄﾙﾏｼﾝの出力としてｼﾐｭﾚｰﾄ回折信号を生成
814
回折信号を比較
816
構造のﾌﾟﾛﾌｧｲﾙﾊﾟﾗﾒｰﾀの値を決定

【図９】


900
902
形状ﾓﾃﾞﾙを取得
904
ﾌﾟﾛﾌｧｲﾙﾊﾟﾗﾒｰﾀの値の組を取得
906
ｼﾐｭﾚｰﾄ回折信号の値の組を生成
908
ｻﾎﾟｰﾄﾍﾞｸﾄﾙﾏｼﾝを訓練
910
製造ﾂｰﾙを用いて製造ﾌﾟﾛｾｽを実行
912
測定回折信号を取得
914
測定回折信号をｻﾎﾟｰﾄﾍﾞｸﾄﾙﾏｼﾝに入力
916
ｻﾎﾟｰﾄﾍﾞｸﾄﾙﾏｼﾝの出力としてﾌﾟﾛﾌｧｲﾙﾊﾟﾗﾒｰﾀの値を取得
918
ﾌﾟﾛｾｽﾊﾟﾗﾒｰﾀ又は製造ﾂｰﾙの装置設定を調整

【図１０】


1000
第1の製造ﾂｰﾙ
1002
第2の製造ﾂｰﾙ
1006
光計測ｼｽﾃﾑ
1004
光計測装置
1008
ｻﾎﾟｰﾄﾍﾞｸﾄﾙﾏｼﾝ
1010
ﾌﾟﾛｾｯｻ
1012

フロントページの続き

(72)発明者　マニュエル　マドリアガ
東京都港区赤坂五丁目３番１号　赤坂Ｂｉｚタワー　東京エレクトロン株式会社内

Ｆターム(参考) 2F065 AA22 AA23 AA24 AA25 AA53 AA54 BB02 BB18 CC19 FF41
FF48 FF49 HH08 HH12 JJ08 QQ17 QQ41
4M106 AA01 CA38 DB02 DB07 DB11 DB20 DB30 DJ18 DJ19 DJ20
DJ38 DJ39

【外国語明細書】
2009044125000001.pdf