

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第7部門第2区分

【発行日】令和3年11月4日(2021.11.4)

【公表番号】特表2020-535658(P2020-535658A)

【公表日】令和2年12月3日(2020.12.3)

【年通号数】公開・登録公報2020-049

【出願番号】特願2020-517572(P2020-517572)

【国際特許分類】

H 01 L 21/66 (2006.01)

G 01 N 21/956 (2006.01)

【F I】

H 01 L 21/66 J

G 01 N 21/956 A

【手続補正書】

【提出日】令和3年9月22日(2021.9.22)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

一群の広帯域光学輻射を生成するよう構成された照明源と、

前記一群の広帯域光学輻射を、前記照明源から半導体ウェハの表面上にある計測スポットへと、二通り以上のアジマス角それぞれにて差し向けるよう構成された、1個又は複数個の光学素子と、

それら二通り以上のアジマス角それぞれにて半導体ウェハが照明されるのに応じその半導体ウェハからの一群の計測光を検出し、検出された一群の計測光それぞれに基づきその照明に対する注目構造の計測スペクトル応答を判別するよう構成されており、ミュラー行列の複数個の要素に係るスペクトルが各計測スペクトル応答に含まれるスペクトロメータと、

情報処理システムと、

を備え、その情報処理システムが、

前記二通り以上のアジマス角に係る計測スペクトル応答群に対するモデル化スペクトル応答の当て嵌めに基づき、前記注目構造を特徴付ける1個又は複数個の限界寸法パラメタの値を推定し、

各計測スペクトル応答に係る、前記ミュラー行列の1個又は複数個の非対角要素について、少なくとも1個のスペクトルの1個又は複数個のサブ波長域を選定し、

前記ミュラー行列の前記1個又は複数個の非対角要素の前記少なくとも1個のスペクトルを、選定された前記1個又は複数個のサブ波長域に亘り積分することで、1個又は複数個のスペクトル応答指標を生成し、且つ

前記注目構造の非対称フィーチャを記述する1個又は複数個の幾何パラメタの値を、前記1個又は複数個の限界寸法パラメタの値及び前記1個又は複数個のスペクトル応答指標に基づき推定するよう、

構成されている計量システム。

【請求項2】

請求項1に記載の計量システムであって、

前記情報処理システムが、更に、

前記 1 個又は複数個の幾何パラメタの値を半導体製造ツールに送るよう構成されており、その半導体製造ツールが、当該 1 個又は複数個の幾何パラメタの値に基づき半導体製造プロセスの制御パラメタを調整することで、その計測された非対称性により特徴付けられる構造欠陥を減らす計量システム。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の計量システムであって、
前記二通り以上のアジマス角が、互いに垂直な二通りのアジマス角を含む計量システム。

【請求項 4】

請求項 1 に記載の計量システムであって、
前記ミュラー行列の前記 1 個又は複数個の非対角要素が、そのミュラー行列の $M_{3,0}$ 要素を含む計量システム。

【請求項 5】

請求項 1 に記載の計量システムであって、
前記ミュラー行列の前記 1 個又は複数個の非対角要素が、そのミュラー行列の $M_{2,0}$ 要素と $M_{0,2}$ 要素との和を含む計量システム。

【請求項 6】

請求項 1 に記載の計量システムであって、
前記ミュラー行列の 1 個又は複数個の非対角要素についての、少なくとも 1 個のスペクトルの前記 1 個又は複数個のサブ波長域の選定が、その 1 個又は複数個のサブ波長域内で所定閾値を上回るスペクトル応答を呈する、1 個又は複数個のサブ波長域の選定を伴う計量システム。

【請求項 7】

請求項 1 に記載の計量システムであって、
前記 1 個又は複数個の幾何パラメタの値の推定が複数個のスペクトル応答指標に基づくものであり、それら複数個のスペクトル応答指標それぞれが別様に加重される計量システム。

【請求項 8】

請求項 1 に記載の計量システムであって、
前記注目構造の非対称フィーチャを記述する前記 1 個又は複数個の幾何パラメタに、孔フィーチャの傾斜角及び姿勢角のうち何れかが含まれる計量システム。

【請求項 9】

請求項 1 に記載の計量システムであって、
前記注目構造が高アスペクト比メモリ構造である計量システム。

【請求項 10】

請求項 1 に記載の計量システムであって、
前記 1 個又は複数個の幾何パラメタの値の推定に、前記 1 個又は複数個の限界寸法パラメタの値及び前記 1 個又は複数個のスペクトル応答指標を当該 1 個又は複数個の幾何パラメタの値に関連付ける訓練済ニューラルネットワークモデルが関わる計量システム。

【請求項 11】

請求項 1 に記載の計量システムであって、
前記 1 個又は複数個の幾何パラメタの値の推定に、前記 1 個又は複数個の限界寸法パラメタの値及び前記 1 個又は複数個のスペクトル応答指標を当該 1 個又は複数個の幾何パラメタに関連付ける線形回帰モデルが関わる計量システム。

【請求項 12】

半導体ウェハ上に作成された注目構造を一群の広帯域光学輻射で以て二通り以上のアジマス角それぞれにて照明するステップと、

それら二通り以上のアジマス角それぞれにて前記半導体ウェハが照明されるのに応じその半導体ウェハからの一群の計測光を検出するステップと、

前記二通り以上のアジマス角それぞれにてもたらされる照明に対する前記注目構造の計測スペクトル応答を、検出された一群の計測光それぞれに基づき判別するステップであり

、ミュラー行列の複数個の要素に係るスペクトルが各計測スペクトル応答に含まれるステップと、

前記二通り以上のアジマス角に係る計測スペクトル応答群に対するモデル化スペクトル応答の当て嵌めを踏まえ、1個又は複数個の限界寸法パラメタの値を推定するステップと、

各計測スペクトル応答に係る、前記ミュラー行列の1個又は複数個の非対角要素について、少なくとも1個のスペクトルの1個又は複数個のサブ波長域を選定するステップと、

前記ミュラー行列の前記1個又は複数個の非対角要素の前記少なくとも1個のスペクトルを、選定された前記1個又は複数個のサブ波長域に亘り積分することで、1個又は複数個のスペクトル応答指標を生成するステップと、

前記注目構造の非対称フィーチャを記述する1個又は複数個の幾何パラメタの値を、前記1個又は複数個の限界寸法パラメタの値及び前記1個又は複数個のスペクトル応答指標に基づき推定するステップと、

を有する方法。

【請求項13】

請求項12に記載の方法であって、更に、

前記1個又は複数個の幾何パラメタの値を半導体製造ツールに送るステップを有し、その半導体製造ツールが、当該1個又は複数個の幾何パラメタの値に基づき半導体製造プロセスの制御パラメタを調整することで、その計測された非対称性によって特徴付けられる構造欠陥を減らす方法。

【請求項14】

請求項12に記載の方法であって、

前記二通り以上のアジマス角が、互いに垂直な二通りのアジマス角を含む方法。

【請求項15】

請求項12に記載の方法であって、

前記ミュラー行列の1個又は複数個の非対角要素についての、少なくとも1個のスペクトルの前記1個又は複数個のサブ波長域の選定が、その1個又は複数個のサブ波長域内で所定閾値を上回るスペクトル応答を呈する、1個又は複数個のサブ波長域の選定を伴う方法。

【請求項16】

請求項12に記載の方法であって、

前記1個又は複数個の幾何パラメタの値の推定に、当該1個又は複数個の幾何パラメタを前記1個又は複数個の限界寸法パラメタの値及び前記1個又は複数個のスペクトル応答指標に関連付ける訓練済ニューラルネットワークモデルが関わる方法。

【請求項17】

請求項12に記載の方法であって、

前記1個又は複数個の幾何パラメタの値の推定に、当該1個又は複数個の幾何パラメタを前記1個又は複数個の限界寸法パラメタの値及び前記1個又は複数個のスペクトル応答指標に関連付ける線形回帰モデルが関わる方法。

【請求項18】

請求項12に記載の方法であって、前記ミュラー行列の1個又は複数個の非対角要素は、前記ミュラー行列の少なくとも2つの要素の和を含む方法。

【請求項19】

一群の広帯域光学輻射を照明源から半導体ウェハの表面上にある計測スポットへと差し向けるよう構成された1個又は複数個の光学素子と、

半導体ウェハが照明されるのに応じその半導体ウェハからの一群の計測光を検出し、検出された一群の計測光に基づき注目構造の計測スペクトル応答を判別するよう構成されており、ミュラー行列の複数個の要素に係るスペクトルがその計測スペクトル応答に含まれるスペクトロメータと、

命令で構成されるコンピュータ可読媒体と、

を備え、それら命令が 1 個又は複数個のプロセッサにより実行されたときに、当該 1 個又は複数個のプロセッサが、

前記計測スペクトル応答に対するモデル化スペクトル応答の当て嵌めを踏まえ 1 個又は複数個の限界寸法パラメタの値を推定し、

前記計測スペクトル応答に係る、前記ミュラー行列の 1 個又は複数個の非対角要素について、少なくとも 1 個のスペクトルの 1 個又は複数個のサブ波長域を選定し、

前記ミュラー行列の前記 1 個又は複数個の非対角要素の前記少なくとも 1 個のスペクトルを、選定された前記 1 個又は複数個のサブ波長域に亘り積分することで、1 個又は複数個のスペクトル応答指標を生成し、且つ

前記注目構造の非対称フィーチャを記述する 1 個又は複数個の幾何パラメタの値を、前記 1 個又は複数個の限界寸法パラメタの値及び前記 1 個又は複数個のスペクトル応答指標に基づき推定する、

計量システム。

【請求項 20】

請求項 19 に記載の計量システムであって、

前記コンピュータ可読媒体が、更に、前記命令が前記 1 個又は複数個のプロセッサにより実行されたときに、当該 1 個又は複数個のプロセッサが、

前記 1 個又は複数個の幾何パラメタの値を半導体製造ツールに送るよう構成されており、その半導体製造ツールが、当該 1 個又は複数個の幾何パラメタの値に基づき半導体製造プロセスの制御パラメタを調整することで、その計測された非対称性により特徴付けられる構造欠陥を減らす計量システム。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0043

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0043】

更なる態様では、1 個又は複数個の限界寸法パラメタの値が、そのミュラー行列の 1 個又は複数個の要素に係る計測スペクトル応答へのモデル化スペクトル応答の当て嵌めを踏まえ決定される。通常は、計測下構造の非対称フィーチャを記述しない多くの限界寸法パラメタが、1 個又は複数個のミュラー行列要素に亘るスペクトルマッチングを踏まえ高信頼推定される。しかしながら、構造の非対称フィーチャを記述する幾何パラメタは、通常、スペクトルマッチングでは高信頼推定されないのであり、そのミュラー行列の個別的非対角要素に係るスペクトルマッチングが採用されている場合でさえそうなる。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0059

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0059】

図 5 に、和 ($M_{0,2} + M_{2,0}$) に係る例証的なスペクトル応答 153 を示す。図 5 に示すように、信号応答のスペクトルのうちかなりの部分が、計測のノイズフロア内にあり、そのスペクトルの他の諸部分は、計測のノイズフロアをかなり上回る信号応答を呈している。ある例によれば、そのスペクトルのうち所定閾値 T を上回る諸部分をそのスペクトルから選定することで、ノイズフロアを上回る信号応答を識別することができる。図示例では、サブ波長域 $_{1,2}$ 及び $_{3,4}$ が利用可能なスペクトルから選定されている。更に、和 ($M_{0,2} + M_{2,0}$) に係るスペクトル応答指標が、等式 (6) に示すようにそれら選定されたサブ域のみに亘りその和 ($M_{0,2} + M_{2,0}$) を積分することで決定される。

【数5】

$$SRM = \int_{\lambda_1}^{\lambda_2} (M_{02} + M_{20}) d\lambda + \int_{\lambda_3}^{\lambda_4} (M_{02} + M_{20}) d\lambda \quad (6)$$