

【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 0 1 L 21/66 (2006.01)

G 0 1 N 21/956 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 21/66 J

G 0 1 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、ミュー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、前記ミューラー行列の 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、

前記ミューラー行列の前記 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、
前記ミューラー行列の前記 1 個又は複数個の非対角要素が、そのミューラー行列の M_{30} 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、
前記ミューラー行列の前記 1 個又は複数個の非対角要素が、そのミューラー行列の M_{20} 要素と M_{02} 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、
前記ミューラー行列の 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

、ミュー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、前記ミューラー行列の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、

前記ミューラー行列の前記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、

前記ミューラー行列の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、前記ミューラー行列の１個又は複数個の非対角要素は、前記ミュー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、ミュー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、前記ミューラー行列の 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、

前記ミューラー行列の前記 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、そのミューラー行列の 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ー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ものであり、そのミュー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 $(M_{02} + M_{20})$ 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 $(M_{02} + M_{20})$ 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 $(M_{02} + M_{20})$ を積分することで決定される。

【 数 5 】

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