

【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 6 部門第 1 区分
 【発行日】令和 3 年 4 月 8 日 (2021.4.8)

【公表番号】特表 2020-510195 (P2020-510195A)
 【公表日】令和 2 年 4 月 2 日 (2020.4.2)
 【年通号数】公開・登録公報 2020-013
 【出願番号】特願 2019-546814 (P2019-546814)
 【国際特許分類】

G 0 1 B 11/00 (2006.01)

G 0 3 F 9/00 (2006.01)

【F I】

G 0 1 B 11/00 G

G 0 3 F 9/00 H

G 0 1 B 11/00 C

【手続補正書】
 【提出日】令和 3 年 2 月 25 日 (2021.2.25)
 【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】

光学散乱計測ベースの計測システムであって、

複数のオーバーレイ計測ターゲットに第 1 量の照明光と第 2 量の照明光とを提供するように構成された照明源であって、前記複数の計測ターゲットは、異なる、既知のプログラムされたオーバーレイ値と、少なくとも 1 つの作製プロセス変量の異なる既知の値で作製される、照明源と、

前記第 1 量の照明光に応答して前記複数のオーバーレイターゲットそれぞれから散乱されたある量の光の像を検出し、前記第 2 量の照明光に応答して前記複数のオーバーレイターゲットそれぞれから散乱されたある量の光を示す複数の信号を検出するように構成された検出器であって、前記像は前記検出器の複数のピクセルによって検出され、前記検出された像ピクセルはある量の訓練データを含む、検出器と、

コンピューティングシステムであって、

前記複数のオーバーレイ計測ターゲットそれぞれに関連する実オーバーレイの値を推定し、前記複数のオーバーレイ計測ターゲットそれぞれに関連する実オーバーレイの値の前記推定が前記第 2 量の照明光に応答して前記複数のオーバーレイターゲットそれぞれから散乱された前記ある量の光を示す前記検出された複数の信号にもとづき、

前記実オーバーレイの推定値と前記ある量の訓練データに基づいて測定モデルを訓練する、

ように構成されたコンピューティングシステムと、

を備える光学散乱計測ベースの計測システム。

【請求項 2】

前記検出器は、前記光学散乱計測ベースの計測システムの瞳像面に、またはその付近に配置されている、請求項 1 に記載の光学散乱計測ベースの計測システム。

【請求項 3】

前記測定モデルは、線形モデル、多項式モデル、ニューラルネットワークモデル、サポートベクターマシンモデル、デシジョンツリーモデル、ランダムフォレストモデルのうち

いずれかである、請求項 1 に記載の光学散乱計測ベースの計測システム。

【請求項 4】

前記ある量の訓練データは、同じプロセス条件およびプログラムされたオーバーレイ値で形成された、前記複数のオーバーレイ計測ターゲットのうちの少なくとも 2 つの異なる計測ターゲットの光学散乱計測測定の組み合わせを含む、請求項 1 に記載の光学散乱計測ベースの計測システム。

【請求項 5】

前記ある量の訓練データは、複数の異なる計測技法によって取得された光学散乱計測測定を含む、請求項 1 に記載の光学散乱計測ベースの計測システム。

【請求項 6】

前記複数のオーバーレイ計測ターゲットは前記複数の半導体ウェハ上に配置され、前記複数の半導体ウェハそれぞれは、少なくとも 1 つの半導体作製プロセス変量の異なる値で処理される、請求項 1 に記載の光学散乱計測ベースの計測システム。

【請求項 7】

前記複数のオーバーレイ計測ターゲットは 1 つ以上の半導体ウェハの複数のフィールド上に配置されている、請求項 1 に記載の光学散乱計測ベースの計測システム。

【請求項 8】

前記ある量の照明光を提供することと、前記複数のオーバーレイターゲットそれぞれから散乱された前記ある量の光の前記像を検出することは、1 つ以上の測定システムパラメータの複数の異なる値で実行される、請求項 1 に記載の光学散乱計測ベースの計測システム。

【請求項 9】

前記計測ターゲットのうち少なくとも 1 つは、少なくとも一方向に周期性を有するグレーティング構造のアレイを有する単一セル計測ターゲットである、請求項 1 に記載の光学散乱計測ベースの計測システム。

【請求項 10】

前記計測ターゲットのうち少なくとも 1 つは、少なくとも二方向に周期性を有するグレーティング構造のアレイを有する単一セル計測ターゲットである、請求項 1 に記載の光学散乱計測ベースの計測システム。

【請求項 11】

前記計測ターゲットのうち少なくとも 1 つは、少なくとも一方向に 2 つ以上の異なる周期性を有するグレーティング構造のアレイを有する単一セル計測ターゲットである、請求項 1 に記載の光学散乱計測ベースの計測システム。

【請求項 12】

前記複数のオーバーレイ計測ターゲットそれぞれに関連する実オーバーレイの値の推定は、前記プログラムされたオーバーレイ値に基づいている、請求項 1 に記載の光学散乱計測ベースの計測システム。

【請求項 13】

前記複数のオーバーレイ計測ターゲットそれぞれに関連する実オーバーレイの値の推定は、基準計測システムによる前記複数のオーバーレイ計測ターゲットそれぞれの測定に基づいている、請求項 1 に記載の光学散乱計測ベースの計測システム。

【請求項 14】

前記基準計測システムは走査電子顕微鏡 (SEM) である、請求項 13 に記載の光学散乱計測ベースの計測システム。

【請求項 15】

前記コンピューティングシステムがさらに、
前記ある量の訓練データの複数の主特徴を、前記訓練データの次元を削減する前記ある量の訓練データの変換に基づいて決定するように構成され、前記測定モデルの訓練は、前記ある量の訓練データから抽出された複数の主特徴と、実オーバーレイの推定値に基づいている、請求項 1 に記載の光学散乱計測ベースの計測システム。

【請求項 16】

前記ある量の訓練データの変換は、主成分分析（PCA）、独立成分分析（ICA）、カーネルPCA、非線形PCA、高速フーリエ変換（FFT）分析、離散コサイン変換（DCT）分析、ウェーブレット分析のうちいずれかを包含する、請求項15に記載の光学散乱計測ベースの計測システム。

【請求項 17】

前記測定モデルの訓練はさらに、前記少なくとも1つの作製プロセス変量の異なる既知の値および前記ある量の訓練データに基づいている、請求項1に記載の光学散乱計測ベースの計測システム。

【請求項 18】

前記複数の計測ターゲットはさらに、少なくとも1つの付加的な関心パラメータの異なる既知の値で作製され、前記測定モデルの訓練はさらに、前記少なくとも1つの付加的な関心パラメータの前記異なる既知の値および前記ある量の訓練データに基づいている、請求項17に記載の光学散乱計測ベースの計測システム。

【請求項 19】

前記少なくとも1つの付加的な関心パラメータは、プロセスパラメータ、構造的パラメータ、分散パラメータおよびレイアウトパラメータのうちいずれかを含み、請求項18に記載の光学散乱計測ベースの計測システム。

【請求項 20】

前記照明源はさらに、未知のオーバーレイエラーを有する少なくとも1つのオーバーレイ計測ターゲットを照明するように構成され、前記検出器はさらに、前記少なくとも1つのオーバーレイターゲットから散乱されたある量の光の像を検出するように構成され、前記コンピューティングシステムはさらに、前記少なくとも1つのオーバーレイターゲットに関連する実オーバーレイの値を、前記少なくとも1つのオーバーレイターゲットの検出像および前記訓練された測定モデルに基づいて推定するように構成されている、請求項1に記載の光学散乱計測ベースの計測システム。

【請求項 21】

前記コンピューティングシステムはさらに、前記少なくとも1つのオーバーレイターゲットの前記像の複数の主特徴を、前記像の次元を削減する変換に基づいて決定するように構成され、前記少なくとも1つのオーバーレイターゲットに関連する実オーバーレイの値の前記推定は、前記複数の主特徴および前記訓練された測定モデルに基づいている、請求項20に記載の光学散乱計測ベースの計測システム。

【請求項 22】

リソグラフィプロセス変量の値は、実オーバーレイの前記推定値に基づいて調整される、請求項20に記載の光学散乱計測ベースの計測システム。

【請求項 23】

光学散乱計測ベースの計測システムであって、

複数のオーバーレイ計測ターゲットそれぞれにある量の照明光を複数の異なる照明波長で提供するように構成された照明源と、

各オーバーレイ計測ターゲットから各異なる照明波長で前記検出器の複数のピクセルに散乱されたある量の光の像を検出するように構成された検出器であって、前記ある量の散乱された光は、+1および-1回折次数を含む、検出器と、

各異なる照明波長の前記+1および-1回折次数の間の差に基づいて実オーバーレイの第1の値を推定し、

前記異なる照明波長に関連する実オーバーレイの前記第1の値から実オーバーレイのピーク値を決定し、

ウェハ内オーバーレイ変動を最小化する前記ピーク値に関連する前記波長からの波長の差であって、前記ピーク値からの距離である波長の差を決定し、

前記ピーク値からの距離でのオーバーレイの測定に基づいて実オーバーレイの第2の値を推定する、

ように構成されたコンピューティングシステムと、を備えた光学散乱計測ベースの計測システム。

【請求項 2 4】

光学散乱計測ベースのオーバーレイ計測システムの光照明源によって生成された第 1 量の照明光で複数のオーバーレイ計測ターゲットそれぞれを照明し、前記複数の計測ターゲットは、異なる既知のプログラムされたオーバーレイ値および、少なくとも 1 つの作製プロセス変量の異なる既知の値で作製され、

前記第 1 量の照明光に応答して、前記複数のオーバーレイ計測ターゲットそれぞれから散乱された第 1 量の光を収集し、

前記複数のオーバーレイターゲットそれぞれから、光学散乱計測ベースの計測システムの光学検出器の複数のピクセルに収集された前記第 1 量の光の像を検出し、前記検出された像ピクセルはある量の訓練データを含み、

前記光学散乱計測ベースのオーバーレイ計測システムの前記光照明源によって生成された第 2 量の照明光で前記複数のオーバーレイ計測ターゲットそれぞれを照明し、

前記第 2 量の照明光に応答して、前記複数のオーバーレイ計測ターゲットそれぞれから散乱された第 2 量の光を収集し、

前記複数のオーバーレイターゲットそれぞれから、光学散乱計測ベースの計測システムの前記光学検出器に収集された前記第 2 量の光を示す複数の信号を検出し、

前記複数のオーバーレイ計測ターゲットそれぞれに関連する実オーバーレイの値を推定し、前記複数のオーバーレイ計測ターゲットそれぞれに関連する前記実オーバーレイの値の推定が、前記第 2 量の照明光に応答して、前記複数のオーバーレイ計測ターゲットそれぞれから散乱された前記量の光を示す前記複数の信号にもとづき、

前記実オーバーレイの前記推定値および前記ある量の訓練データに基づいて測定モデルを訓練する、ことを含む方法。

【請求項 2 5】

前記検出器は、前記光学散乱計測ベースの計測システムの瞳像面に、またはその付近に位置している、請求項 2 4 に記載の方法。

【請求項 2 6】

前記測定モデルの訓練はさらに、前記少なくとも 1 つの作製プロセス変量の異なる既知の値および前記ある量の訓練データに基づいており、前記複数の計測ターゲットはさらに、少なくとも 1 つの付加的な関心パラメータの異なる既知の値で作製され、前記測定モデルの訓練はさらに、前記少なくとも 1 つの付加的な関心パラメータの前記異なる既知の値および前記ある量の訓練データに基づいている、請求項 2 4 に記載の方法。

【請求項 2 7】

前記計測ターゲットのうち少なくとも 1 つは、少なくとも一方向に周期性を有するグレーティング構造のアレイを有する単一セル計測ターゲットである、請求項 2 4 に記載の方法。

【請求項 2 8】

前記計測ターゲットのうち少なくとも 1 つは、少なくとも二方向に周期性を有するグレーティング構造のアレイを有する単一セル計測ターゲットである、請求項 2 4 に記載の方法。

【請求項 2 9】

前記計測ターゲットのうち少なくとも 1 つは、少なくとも一方向に 2 つ以上の異なる周期性を有するグレーティング構造のアレイを有する単一セル計測ターゲットである、請求項 2 4 に記載の方法。

【請求項 3 0】

前記第 2 量の照明光が複数の異なる照明波長を含み、

前記複数のオーバーレイ計測ターゲットそれぞれから散乱された前記第 2 量の光が + 1 および - 1 回折次数を含み、

前記複数の検出された信号が各異なる照明波長で前記複数のオーバーレイ計測ターゲッ

トから収集された前記第 2 量の光を示し、

前記実オーバーレイの推定が、

各異なる照明波長に関して前記 + 1 および - 1 回折次数間の差に基づいて実オーバーレイの第 1 の値を推定し、

前記異なる照明波長に関連する実オーバーレイの前記第 1 の値から実オーバーレイのピーク値を決定し、

ウェハ内オーバーレイ変動を最小化する前記ピーク値に関連する前記波長からの波長の差を決定し、前記決定された波長の差が前記ピーク値からの距離であり、

前記ピーク値からの距離でのオーバーレイの前記測定に基づいて実オーバーレイの第 2 の値を推定する、ことを含む、請求項 2 4 に記載の方法。

【請求項 3 1】

さらに、少なくとも 1 つのオーバーレイ計測ターゲットを、前記光学散乱計測ベースのオーバーレイ計測システムの前記光照明源によって生成された照明光で照明し、前記少なくとも 1 つの計測ターゲットが未知のオーバーレイエラーを有し、

前記照明光に応答して、前記少なくとも 1 つのオーバーレイ計測ターゲットから散乱されたある量の光を収集し、

前記少なくとも 1 つのオーバーレイターゲットから前記光学散乱計測ベースの計測システムの前記光学検出器の複数のピクセルへ収集された前記ある量の光の像を検出し、

前記少なくとも 1 つのオーバーレイターゲットの前記検出された像と、前記訓練された測定モデルに基づいて、前記少なくとも 1 つのオーバーレイターゲットに関連する実オーバーレイの値を推定し、

前記オーバーレイ値をメモリに記憶する、ことを含む請求項 2 4 に記載の方法。

【請求項 3 2】

さらに、リソグラフィプロセス変量の値を、前記実オーバーレイの推定値に基づいて調整することを含む、請求項 3 1 に記載の方法。