

明 細 書

発明の名称：半導体検査方法及び半導体検査装置

技術分野

[0001] 本開示は、半導体デバイスを検査する半導体検査方法及び半導体検査装置に関する。

背景技術

[0002] 従来から、半導体デバイスを検査対象デバイス（DUT：device under test）として画像を取得して、その画像を基に故障箇所の特定等の各種分析が行われている（下記特許文献1および下記特許文献2参照）。例えば、下記特許文献1には、LSM画像等の光学画像を高解像度化して再構成画像を生成し、再構成画像をCAD画像に対してアライメントすることが開示されている。このような方法によれば、光学画像の正確なアライメントが可能となる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：米国特許2018／0293346号公報
特許文献2：国際公開2015／098342号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 上述した従来のアライメントの方法においては、光学画像に現れるパターンの傾向がCAD画像のパターンの傾向と必ずしも一致するとは限らない。そのため、半導体デバイスのパターンを示すパターン画像を用いた位置合わせの精度を十分に高めることができない場合があった。

[0005] 実施形態は、かかる課題に鑑みてなされたものであり、半導体デバイスを対象に取得されたパターン画像を基に精度よく位置合わせすることが可能な半導体検査方法を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本開示の一形態の半導体検査方法は、半導体デバイスのパターンを示す第1のパターン画像を取得するステップと、半導体デバイスのパターンを示す、第1のパターン画像とは分解能が異なる第2のパターン画像を取得するステップと、第1のパターン画像を教師データとして用いて第2のパターン画像の再構成処理を機械学習によって学習し、当該学習の結果に基づいた再構成処理により、第2のパターン画像を第2のパターン画像とは分解能が異なる再構成画像に再構成するステップと、再構成画像における再構成処理によって確実度が高いと計算された領域と、第1のパターン画像とに基づいて、位置合わせを行うステップと、を備える。

[0007] あるいは、本開示の他の形態の半導体検査装置は、半導体デバイスのパターンを示す第1のパターン画像と、半導体デバイスのパターンを示す、第1のパターン画像とは分解能が異なる第2のパターン画像とを取得する取得部と、第1のパターン画像を教師データとして用いて第2のパターン画像の再構成処理を機械学習によって学習し、当該学習の結果に基づいた再構成処理により、第2のパターン画像を第2のパターン画像とは分解能が異なる再構成画像に再構成する画像変換部と、再構成画像における再構成処理によって確実度が高いと計算された領域と、第1のパターン画像とに基づいて、位置合わせを行う位置合わせ部と、を備える。

[0008] 上記一形態あるいは上記他の形態によれば、半導体デバイスのパターンを示す互いに分解能が異なる第1のパターン画像及び第2のパターン画像が取得され、第2のパターン画像が機械学習による学習の結果に基づいた再構成処理により、第1のパターン画像の分解能に似せた再構成画像に変換され、その再構成画像のうちの確実度が高い領域と第1のパターン画像とに基づいて、位置合わせが行われる。これにより、パターンの傾向が異なる2つのパターン画像を対象に位置合わせを行う場合に、位置合わせの精度を高めることができる。

発明の効果

[0009] 実施形態によれば、半導体デバイスを対象に取得されたパターン画像を基

に精度よく位置合わせすることができる。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]実施形態にかかる観察システム1の概略構成図である。

[図2]図1のコンピュータ19による再構成処理の学習モデルの構成を示す図である。

[図3](a)は、再構成処理の対象である第2のパターン画像の一例を示す図、(b)は、(a)の第2のパターン画像を対象にした再構成処理により生成された再構成画像の一例を示す図、(c)は、(a)の第1のパターン画像であるCAD画像の一例を示す図である。

[図4]観察システム1による再構成処理の学習モデルを生成する事前学習の処理の流れを示すフローチャートである。

[図5]観察システム1による半導体デバイスSの解析処理の流れを示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、添付図面を参照して、本開示の実施形態について詳細に説明する。

なお、説明において、同一要素又は同一機能を有する要素には、同一符号を用いることとし、重複する説明は省略する。

[0012] 図1は、本実施形態にかかる半導体検査装置である観察システム1の概略構成図である。図1に示す観察システム1は、ロジックLSI、メモリ等のIC（集積回路）、パワーデバイス等の半導体デバイスを検査するために、半導体デバイスの発熱像等の画像を取得及び処理する光学システムである。この観察システム1は、複数の検出器3、2次元カメラ5、照明装置7、ダイクロイックミラー9とハーフミラーなどのビームスプリッタ11とを内蔵する光学装置（光学系）13、対物レンズ15、ステージ17、コンピュータ（Personal Computer）19、テスト21、入力装置23、及び表示装置25を含んで構成されている。

[0013] 複数の検出器3は、それぞれ、ステージ17に載置される半導体デバイスSからの光を検出（測定）する光検出器である。例えば、検出器3は、赤外

波長に感度を持つ InGaAs (インジウムガリウムアーセナイド) カメラあるいは InSb (インジウムアンチモン) カメラ等の撮像装置であってもよい。また、検出器 3 は、レーザ光を半導体デバイス S 上で 2 次元的に走査しながら反射光を検出することにより、LSM (Laser Scanning Microscope) 画像または EO FM (Electro Optical Frequency Mapping) 画像を取得するための検出信号を出力する検出システムであってもよい。複数の検出器 3 は、それぞれ、光学装置 13 に対して切り替えて光学的に接続可能にされ、半導体デバイス S からの光を、対物レンズ 15 及び光学装置 13 内のダイクロイックミラー 9 を介して検出する。

[0014] 2次元カメラ 5 は、CCD (Charge Coupled Device) イメージセンサ、CMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor) イメージセンサ等を内蔵するカメラであり、ステージ 17 に載置される半導体デバイス S からの反射光を検出 (測定) して半導体デバイスの 2 次元パターン像の検出信号を出力する光検出器である。この 2 次元カメラ 5 は、対物レンズ 15 と、光学装置 13 内のダイクロイックミラー 9 及びビームスプリッタ 11 とを介して半導体デバイス S の 2 次元パターン像を検出する。

[0015] 対物レンズ 15 は、半導体デバイス S に対向して設けられ、複数の検出器 3 及び 2 次元カメラ 5 に結像する像の倍率を設定する。この対物レンズ 15 には、複数の倍率の異なる内蔵レンズが含まれ、検出器 3 或いは 2 次元カメラ 5 に像を結ぶ内蔵レンズを、高倍率レンズと低倍率レンズとの間で切り替える機能を有する。

[0016] ダイクロイックミラー 9 は、半導体デバイス S の発光像、発熱像、反射像等の像を検出器 3 に導光するために所定波長範囲の光を透過し、半導体デバイス S の 2 次元パターン像を 2 次元カメラ 5 に導光するために所定波長範囲以外の波長の光を反射させる。ビームスプリッタ 11 は、ダイクロイックミラー 9 によって反射されたパターン像を 2 次元カメラ 5 に向けて透過させるとともに、照明装置 7 から出射された 2 次元パターン像生成用の照明光をダイクロイックミラー 9 に向けて反射させることにより、その照明光をダイク

ロイックミラー 9 及び対物レンズ 15 を経由して半導体デバイス S に照射する。

[0017] テスタ 21 は、半導体デバイス S に所定の電気信号のテストパターン、所定の電圧、又は所定の電流を印加する。このテストパターンの印加によって、半導体デバイス S の故障に起因する発光あるいは発熱が発生する。

[0018] コンピュータ 19 は、検出器 3 及び 2 次元カメラ 5 で取得された検出信号を処理する画像処理装置である。詳細には、コンピュータ 19 は、機能的構成要素として、記憶部 27、画像処理部（取得部）29、画像解析部（画像変換部、位置合わせ部）31、及び制御部 33 により構成されている。また、コンピュータ 19 には、コンピュータ 19 に対してデータを入力するためのマウス、キーボード等の入力装置 23、コンピュータ 19 による画像処理結果を表示するためのディスプレイ装置等の表示装置 25 が付属している。

[0019] 図 1 に示すコンピュータ 19 の各機能部は、コンピュータ 19 の CPU 等の演算処理装置（プロセッサ）がコンピュータ 19 の内蔵メモリやハードディスクドライブなどの記憶媒体に格納されたコンピュータプログラム（画像処理プログラム）を実行することによって実現される機能である。コンピュータ 19 の演算処理装置は、このコンピュータプログラムを実行することによってコンピュータ 19 を図 1 の各機能部として機能させ、後述する半導体検査処理を順次実行する。このコンピュータプログラムの実行に必要な各種データ、及び、このコンピュータプログラムの実行によって生成された各種データは、全て、コンピュータ 19 の ROM や RAM 等の内蔵メモリやハードディスクドライブなどの記憶媒体に格納される。

[0020] ここで、コンピュータ 19 の各機能部の機能について説明する。

[0021] 記憶部 27 は、検出器 3 によって取得された発光像、発熱像等が検出された測定画像、検出器 3 あるいは 2 次元カメラ 5 によって取得された半導体デバイス S のパターンを示すパターン像である光学画像、及び外部から取得された CAD データを基に作成された半導体デバイス S の高分解能のパターンを示すパターン画像である CAD 画像を記憶する。光学画像は、半導体デバ

イスSの二次元的なパターンの光学的な測定結果を表す画像であり、2次元カメラ5あるいは検出器3によって検出された2次元パターンの画像であってもよいし、検出器3によって検出された検出信号に基づくLSM画像であってもよい。画像処理部29は、検出器3あるいは2次元カメラ5から受信した検出信号を基に、測定画像及び光学画像を順次生成し、それらの測定画像及び光学画像を順次記憶部27に記憶させる。また、画像処理部29は、外部のPCあるいはサーバ装置等に構築された外部記憶部35からネットワークNWを介してCADデータの入力を受け付け、CADデータからCAD画像を生成して記憶部27に記憶させる。このCADデータは、半導体デバイスSの拡散層、メタル層、ゲート層、素子分離層等の各層のレイアウトに関する設計情報に基づいて、外部のPCあるいはサーバ装置等に格納されたレイアウトビューアと呼ばれるソフトウェア等によって生成される。このCADデータを半導体デバイスSのパターン像を表した第1のCAD画像として使用する。

[0022] 制御部33は、コンピュータ19におけるデータ処理、及びコンピュータ19に接続されたデバイスの処理を制御する。詳細には、制御部33は、照明装置7による照明光の出射、複数の検出器3及び2次元カメラ5による撮像、複数の検出器3の光学装置13への接続の切り替え、対物レンズ15の倍率の切り替え、テスト21によるテストパターンの印加、表示装置25による観察結果の表示等を制御する。

[0023] 画像解析部31は、記憶部27に順次記憶される各種画像を対象に、再構成処理、及び位置合わせ処理を実行する。画像解析部31の各処理の機能の詳細について以下に述べる。

[0024] 画像解析部31は、記憶部27に記載された一方のパターン画像（第2のパターン画像とする）を基にもう一方のパターン画像（第1のパターン画像とする）の分解能に似せた再構成画像を生成する（再構成処理）。すなわち、画像解析部31は、第2のパターン画像を分解能の異なる再構成画像に再構成する。これらの第1のパターン画像及び第2のパターン画像は、同一の

半導体デバイスSの面上の同一の範囲におけるパターンを示す、互いに分解能が異なる画像である。第1のパターン画像の分解能は、第2のパターン画像の分解能と異なっていれば第2のパターン画像の分解能よりも高くても低くてもよいが、後述する位置合わせ処理の精度を高める点では、第1のパターン画像の分解能は第2のパターン画像の分解能よりも高いことが好適である。例えば、第1のパターン画像がCAD画像であって、第2のパターン画像がCAD画像よりも低分解能の画像であって、LSM画像、InGaAsカメラで撮像された画像、InSbカメラで撮像された画像、あるいは、2次元カメラ5によって取得された画像である。また、第1のパターン画像がLSM画像であって、第2のパターン画像がLSM画像よりも低分解能の画像であって、InGaAsカメラで撮像された画像、InSbカメラで撮像された画像、あるいは、2次元カメラ5によって取得された画像である。

[0025] 画像解析部31による再構成処理は、事前に取得された複数の第2のパターン画像を訓練データとして、それらの第2のパターン画像に対応する第1のパターン画像を教師データとして、機械学習の一種であるディープラーニングによって事前に学習した結果得られた学習モデルを用いて実行される。事前の学習によって得られる学習モデルのデータは記憶部27に記憶され、その後の再構成処理時に参照される。例えば、ディープラーニングの学習モデルとしては、CNN (Convolutional Neural Network)、FCN (Fully Convolutional Networks)、U-Net、ResNet (Residual Network) 等が使用されるが、特定のものには限定されず、学習モデルのノードの数、層の数は任意に設定されうる。

[0026] 図2には、再構成処理を事前の学習によってモデル化するためのニューラルネットワークの学習モデルの構成を示している。このように、再構成処理の学習モデルMは、入力層、中間層、及び出力層からなり、入力層の複数のノード N_1 から中間層の複数のノード N_2 を経由して出力層の複数のノード N_3 まで値を伝播することができる。入力層の各ノード N_1 には、入力画像の各画素の画素値が入力され、出力層の複数のノード N_3 から出力画像の各画素に値

が割り当てられる。事前の学習では、各ノード N_1 , N_2 , N_3 間を値が伝播する際の各ノードの出力値の計算に利用される活性化関数、重みパラメータ、バイアスパラメータ等が、最適化問題を解くことにより学習される。また、学習モデルMにおいては、出力層の各ノード N_3 がラベル付け（例えば、各画素がゲートであるか、拡散層であるか、メタルであるか、素子分離層であるかを示すように）されており、各ノード N_3 に伝播する値が、そのラベル付けされたノード N_3 の確実度として算出される。例えば、出力層の活性化関数としてsigmoid、softmax等の出力値0～1の関数または出力値が0～1の範囲に規格化された関数が用いられ、その出力値自体が確実度として取得される。

[0027] 画像解析部31は、第2のパターン画像を入力画像とした上述した学習モデルを用いた再構成処理において、出力画像としての再構成画像の各画素に、出力層のノード N_3 から出力された画素値を割り当てるとともにその画素値に関する再構成処理の信頼性を示す確実度を取得する。このとき、最終的に再構成画像の各画素に割り当てる値は、確実度が最も高いラベルに相当する値としてもよいし、その画素の確実度そのものの値としてもよい。例えば、図2の出力層のノード N_{31} , N_{32} , N_{33} が、再構成画像の特定の画素に割り当てられており、それぞれのノードが“ゲート”、“拡散層”、“素子分離層”、及び“メタル”のいずれかにラベル付けされた学習モデルMを用いる場合を想定する。画像解析部31は、このような学習モデルMを用いてある第2のパターン画像を対象に再構成処理を実行した結果、ノード N_{31} , N_{32} , N_{33} の確実度として“0.7”、“0.2”、“0.1”を取得した場合、再構成画像の特定の画素の画素値を、最も高い確実度“0.7”として取得もよいし、最も高い確実度を持つノード N_{31} のラベル“ゲート”に対応する値として取得してもよい。また、先端デバイスにおいて光学的なコントラストを形成すると考えられる拡散層、あるいは逆に素子分離層に確実度の高いノード N_{31} を割り当ててもよい。

[0028] 図3には、画像解析部31によって処理された画像の一例を示しており、

(a) は、再構成処理の対象の第2のパターン画像であるLSM画像 GA_1 、
(b) は、(a) のLSM画像 GA_1 を対象にした再構成処理により生成された再構成画像 GB_1 、(c) は、(a) の第2のパターン画像に対応する第1のパターン画像であるCAD画像 GC_1 を、それぞれ示す。このように、LSM画像 GA_1 の低分解能で不鮮明な部分が再構成処理によってCAD画像 GC_1 に近づけるように変換され、全体としてCAD画像 GC_1 の分解能に似せた再構成画像 GB_1 が生成される。さらに、画像解析部31によって生成された再構成画像 GB_1 は、画素毎に取得された確実度を用いて各画素がレベル分けされる。例えば、再構成画像 GB_1 は、画像解析部31によって、閾値を用いて確実度が高い順に3つの確実度のレベルの領域 R_1 、 R_2 、 R_3 に分類される。

[0029] さらに、画像解析部31は、上述した再構成処理によって生成された再構成画像 GB_1 と、再構成画像の基になった第2のパターン画像の半導体デバイスS上の範囲に対応する第1のパターン画像とに基づいて、互いの画像位置に関する位置合わせをパターンマッチングを適用して実行する。このとき、画像解析部31は、再構成画像 GB_1 のうち確実度が高いとレベル分けされた領域を優先的に用いて位置合わせを実行する。例えば、再構成画像 GB_1 のうち最も高い確実度に分類された領域 R_1 を用いて位置合わせしてもよいし、再構成画像 GB_1 を領域 R_1 、 R_2 、 R_3 毎に確実度のレベルに応じて重み付けをして用いて位置合わせしてもよい。そして、画像解析部31は、位置合わせの結果を用いて、第2のパターン画像であるLSM画像 GA_1 と同一の範囲を測定することによって発熱像等が検出された測定画像と、第1のパターン画像であるCAD画像 GC_1 とを重畳して表示装置25に表示させる。

[0030] 次に、観察システム1によって実行される及び半導体検査方法の処理の手順について、図4及び図5を参照しながら説明する。図4は、再構成処理の学習モデルを生成する事前学習の処理の流れを示すフローチャート、図5は、半導体デバイスSの解析処理の流れを示すフローチャートである。

[0031] まず、図4を参照して、コンピュータ19によって、ユーザの操作等の任

意のタイミングで再構成処理の学習が開始されると、コンピュータ 19 によって、CAD データが外部から複数取得され、それらの CAD データを基に教師データとなる CAD 画像が第 1 のパターン画像として取得され記憶部 27 に保存される（ステップ S01）。あるいは、ステップ S01 では、検出器 3、2 次元カメラ 5、照明装置 7 等が制御されることにより、第 1 のパターン画像として半導体デバイス S の光学画像（例えば、LSM 画像）が複数取得されてもよい。次に、コンピュータ 19 によって、検出器 3、2 次元カメラ 5、照明装置 7 等が制御されることにより、訓練データである第 2 のパターン画像が複数取得され記憶部 27 に保存される（ステップ S02）。

[0032] その後、記憶部 27 に保存された第 1 のパターン画像と第 2 のパターン画像との複数の組み合わせに対して、コンピュータ 19 の画像解析部 31 により、ディープラーニングにより再構成処理の学習モデルが構築される（ステップ S03）。その結果、画像解析部 31 により、取得された学習モデルのデータは記憶部 27 に記憶される（ステップ S04）。

[0033] 図 5 を参照して、再構成処理の学習モデルの構築後の半導体デバイス S の解析処理の手順を説明する。最初に、コンピュータ 19 によって、検出器 3、2 次元カメラ 5、照明装置 7 等が制御されることにより、半導体デバイス S を対象にした第 2 のパターン画像及び測定画像が取得され記憶部 27 に保存される（ステップ S101、ステップ S102）。

[0034] 次に、コンピュータ 19 の画像解析部 31 により、第 2 のパターン画像を対象に、記憶部 27 に記憶された学習モデルのデータが参照されて再構成処理が施されることにより、再構成画像と、その再構成画像の各画素に対応する確実度が取得される（ステップ S103）。その後、画像処理部 29 により、第 2 のパターン画像と同一の半導体デバイス S 上の範囲のパターンを示す第 1 のパターン画像が取得されて記憶部 27 に記憶される（ステップ S104）。そして、画像解析部 31 により、再構成画像が確実度によって重み付けされることにより、再構成画像と第 1 のパターン画像との位置合わせが行われる。最後に、画像解析部 31 によって、その位置合わせの結果を用

いて、測定画像が第1のパターン画像と重畳されて表示装置25上に表示される（ステップS105）。

[0035] 以上説明した本実施形態にかかる観察システム1によれば、半導体デバイスSのパターンを示す互いに分解能が異なる第1のパターン画像及び第2のパターン画像が取得され、第2のパターン画像が機械学習による学習の結果に基づいた再構成処理により、第1のパターン画像の分解能に似せた再構成画像に変換され、その再構成画像のうちの再構成処理の確実度が高い領域を優先的に用いて、第1のパターン画像との位置合わせが行われる。これにより、パターンの解像度等の傾向が異なる2つのパターン画像を対象に位置合わせを行う場合に、位置合わせの精度を高めることができる。特に、ディープラーニングによる事前の学習の結果構築された再構成処理を実行することによって、第2のパターン画像を第1のパターン画像の分解能に寄せるように効果的に変換することができる。また、その再構成処理によって取得される再構成画像のうち確実度の高い領域を優先的に用いて位置合わせを行っている。その結果、第1のパターン画像と第2のパターン画像との位置合わせの精度を効果的に高めることができる。

[0036] また、本実施形態では、第1のパターン画像と再構成画像との位置合わせの際には、再構成処理の学習モデルにおける出力層のノードの出力値に基づく確実度を用いている。このようにすることで、再構成画像のうちの第1のパターン画像に近いと予測される領域を基に位置合わせが為されるので、位置合わせの精度をより効果的に高めることができる。

[0037] 以上、本開示の種々の実施形態について説明したが、本開示は上記実施形態に限定されるものではなく、各請求項に記載した要旨を変更しない範囲で変形し、又は他のものに適用したものであってもよい。

[0038] 例えば、上記実施形態の画像解析部31は、測定画像と第1のパターン画像とを位置合わせの結果を用いて重畳して表示させていたが、第1のパターン画像、あるいは第1のパターン画像の基となったデータのみを表示させてもよい。この場合、コンピュータ19は、表示された第1のパターン画像あ

るいはその基となったデータ上で、位置合わせの結果に基づいて光を照射する解析位置を設定させる機能を有していてもよい。また、コンピュータ 19 は、半導体デバイス S から検出された発光信号等の信号を、位置合わせの結果を基に第 1 のパターン画像あるいはその基となったデータに重畳して表示させる機能を有していてもよい。このように分解能の高い画像を表示させることにより、ユーザにとって位置の認識が容易となる。

[0039] なお、上記実施形態で重み付けに用いている一致度はディープラーニングによって再構成された画像や波形の表示にも利用することができる。例えば、図 1 に示す観察システムでは、DUT に光を照射し、反射してきた光に含まれる情報から、DUT 内部の波形を観察することも可能である。この波形は積算回数が多ければ S/N 比の高い良好な波形として観察できるが、積算回数に応じて解析時間が長くなる。このため、少ない積算回数で視認性の良い波形を表示するために、ディープラーニングによる波形の再構成を適用する。その結果、少ない積算回数の波形を高 S/N 比の波形に変換することはできる。その際、波形の時間帯毎に確実度が計算できているため、その結果も波形に合わせて出力される。この確実度を波形に重ねて表示する。表示は時間帯毎に波形を示す線の色を変える、あるいは、時間帯自体を色分けして表示する等、各種の表示方法が可能である。これによって波形を解析する際、どの時間帯の波形かが明確になる。もし、波形解析で着目すべき時間帯の波形の確実度が高ければ、その波形を解析結果として採用する。逆に確実度のその時間帯であまり高くなければ、積算回数を増やして再度波形を取得する等、解析者に解析を進める上での判断基準を提示することができる。

[0040] 上記実施形態においては、機械学習は、ディープラーニングであってもよい。この場合、パターンの傾向が異なるパターン画像を対象にした場合であっても、一方のパターン画像を他方のパターン画像の分解能に寄せるように効果的に変換することができる。その結果、位置合わせの精度をより高めることができる。

[0041] また、確実度は、再構成処理の学習モデルにおける出力層のノードの出力

値に基づくものであってもよい。この場合、その再構成画像のうちで第1のパターン画像に近いと予測される領域を基に位置合わせが為され、位置合わせの精度を確実に高めることができる。

[0042] さらに、再構成画像に対して確実度に応じて重み付けを行った上で、再構成画像と第1のパターン画像との位置合わせを行ってもよい。こうすれば、その再構成画像のうちで第1のパターン画像に近いと予測される領域に重み付けをしたうえで位置合わせが為され、位置合わせの精度を確実に高めることができる。

[0043] ここで、第1のパターン画像あるいは第2のパターン画像を、半導体デバイスを測定することにより取得してもよいし、第1のパターン画像あるいは第2のパターン画像を、半導体デバイスに関するCADデータを基に取得してもよい。

産業上の利用可能性

[0044] 実施形態は、半導体デバイスを検査する半導体検査方法及び半導体検査装置を使用用途とし、半導体デバイスを対象に取得されたパターン画像を基に精度よく位置合わせすることができるものである。

符号の説明

[0045] 1…観察システム、3…検出器、5…2次元カメラ、19…コンピュータ、29…画像処理部（取得部）、31…画像解析部（画像変換部、位置合わせ部）、S…半導体デバイス。

請求の範囲

- [請求項1] 半導体デバイスのパターンを示す第1のパターン画像を取得するステップと、
- 前記半導体デバイスのパターンを示す、前記第1のパターン画像とは分解能が異なる第2のパターン画像を取得するステップと、
- 前記第1のパターン画像を教師データとして用いて前記第2のパターン画像の再構成処理を機械学習によって学習し、当該学習の結果に基づいた前記再構成処理により、前記第2のパターン画像を前記第2のパターン画像とは分解能が異なる再構成画像に再構成するステップと、
- 前記再構成画像における前記再構成処理によって確実度が高いと計算された領域と、第1のパターン画像とに基づいて、位置合わせを行うステップと、
- を備える半導体検査方法。
- [請求項2] 前記機械学習は、ディープラーニングである、
- 請求項1記載の半導体検査方法。
- [請求項3] 前記確実度は、再構成処理の学習モデルにおける出力層のノードの出力値に基づく、
- 請求項2記載の半導体検査方法。
- [請求項4] 前記再構成画像に対して前記確実度に応じて重み付けを行った上で、前記再構成画像と前記第1のパターン画像との位置合わせを行う、
- 請求項1～3のいずれか1項に記載の半導体検査方法。
- [請求項5] 第1のパターン画像あるいは第2のパターン画像を、前記半導体デバイスを測定することにより取得する、
- 請求項1～4のいずれか1項に記載の半導体検査方法。
- [請求項6] 第1のパターン画像あるいは第2のパターン画像を、前記半導体デバイスに関するCADデータを基に取得する、
- 請求項1～5のいずれか1項に記載の半導体検査方法。

- [請求項7] 半導体デバイスのパターンを示す第1のパターン画像と、前記半導体デバイスのパターンを示す、前記第1のパターン画像とは分解能が異なる第2のパターン画像とを取得する取得部と、
- 前記第1のパターン画像を教師データとして用いて前記第2のパターン画像の再構成処理を機械学習によって学習し、当該学習の結果に基づいた前記再構成処理により、前記第2のパターン画像を前記第2のパターン画像とは分解能が異なる再構成画像に再構成する画像変換部と、
- 前記再構成画像における前記再構成処理によって確実度が高いと計算された領域と、第1のパターン画像とに基づいて、位置合わせを行う位置合わせ部と、
- を備える半導体検査装置。
- [請求項8] 前記機械学習は、ディープラーニングである、
- 請求項7記載の半導体検査装置。
- [請求項9] 前記確実度は、再構成処理の学習モデルにおける出力層のノードの出力値に基づく、
- 請求項8記載の半導体検査装置。
- [請求項10] 前記位置合わせ部は、前記再構成画像に対して前記確実度に応じて重み付けを行った上で、前記再構成画像と前記第1のパターン画像との位置合わせを行う、
- 請求項7～9のいずれか1項に記載の半導体検査装置。
- [請求項11] 前記取得部は、第1のパターン画像あるいは第2のパターン画像を、前記半導体デバイスを測定することにより取得する、
- 請求項7～10のいずれか1項に記載の半導体検査装置。
- [請求項12] 前記取得部は、第1のパターン画像あるいは第2のパターン画像を、前記半導体デバイスに関するCADデータを基に取得する、
- 請求項7～11のいずれか1項に記載の半導体検査装置。