

【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】平成 26 年 3 月 13 日 (2014.3.13)

【公表番号】特表 2013-527972 (P2013-527972A)

【公表日】平成 25 年 7 月 4 日 (2013.7.4)

【年通号数】公開・登録公報 2013-035

【出願番号】特願 2012-548098 (P2012-548098)

【国際特許分類】

H 0 1 L 21/027 (2006.01)

G 0 3 F 7/20 (2006.01)

G 0 1 B 11/24 (2006.01)

G 0 1 B 11/30 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 21/30 5 1 4 E

H 0 1 L 21/30 5 1 6 A

G 0 3 F 7/20 5 2 1

G 0 1 B 11/24 D

G 0 1 B 11/24 F

G 0 1 B 11/30 1 0 1

H 0 1 L 21/30 5 0 2 V

H 0 1 L 21/30 5 2 6 Z

【手続補正書】

【提出日】平成 26 年 1 月 21 日 (2014.1.21)

【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】

半導体基板の計量特性を評価する方法であって、  
光学的計測システムを用いて、前記基板の前面、背面および厚みの少なくとも 1 つの N  
T (ナノトポグラフィ) を計測する工程と、  
前記基板を評価領域 / サイトに分割する工程と、  
リソグラフィ処理パラメータへの前記 N T (ナノトポグラフィ) の影響をモデル化する  
工程と、  
サイトごとに、面外ひずみ (O P D) および面内ひずみ (I P D) の少なくとも一方を  
得る工程と  
 を備える方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の方法であって、  
 前記基板の前記前面および前記背面の N T (ナノトポグラフィ) を計測する前記工程は、  
 、  
 自由状態で前記基板を保持する工程と、  
 表面データを生成するために前記基板の前記前面および前記背面上の点にて光学的計測を実施する工程と、  
 前記表面データから前記 N T (ナノトポグラフィ) を得る工程と、  
 を含む、方法。

**【請求項 3】**

請求項 2 に記載の方法であって、

前記基板の前記前面および前記背面上の点にて光学的計測を実施する前記工程は、前面データおよび背面データを生成するために前記基板の前記前面および前記背面上の点にて光学的計測を実施する工程を含み、

前記表面データから前記 NT (ナノトポグラフィ) を得る工程は、前記基板の前記前面、前記背面および前記厚みの少なくとも 1 つのナノトポグラフィ (NT) を表すフィルタリング済み表面データを得るために、ハイパスフィルタを用いて前記前面データ、前記背面データおよび前記厚みの少なくとも 1 つをフィルタリングする工程を含む、方法。

**【請求項 4】**

前記ハイパスフィルタは、ダブルガウシアン (DG) フィルタである、請求項 3 に記載の方法。

**【請求項 5】**

請求項 3 に記載の方法であって、更に、

前記評価領域 / サイトに対する前記フィルタリング済み表面データの少なくとも一部に基づいて、前記基板を特徴付ける工程と、

を備える方法。

**【請求項 6】**

前記評価領域 / サイトは、リソグラフィ・スキャナ・フィールドに相当する、請求項 5 に記載の方法。

**【請求項 7】**

更に、前記評価領域 / サイトの各々について、前記基板の前記前面、前記背面および前記厚みにおける前記 NT (ナノトポグラフィ) の PV (山から谷までの) 範囲および二乗平均平方根 (RMS) の各計量を含む計量値を計算する工程を備える請求項 5 に記載の方法。

**【請求項 8】**

請求項 7 に記載の方法であって、

前記方法は、集積回路処理フローに対する前記基板の適合性を特徴付け可能であり、

更に、前記集積回路プロセスフローの少なくとも一部に基づいて決定された閾値と前記計量値を比較する工程を、備える方法。

**【請求項 9】**

リソグラフィ処理パラメータへの前記 NT (ナノトポグラフィ) の影響をモデル化する前記工程は、三次元有限要素モデルを利用する、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 10】**

前記三次元有限要素モデルは、リソグラフィ処理中にリソグラフィチャック上でウェハ応答をシミュレートする、請求項 9 に記載の方法。

**【請求項 11】**

前記三次元有限要素モデルへの入力は、ウェハ・パラメータおよびチャック・パラメータを含む、請求項 10 に記載の方法。

**【請求項 12】**

前記ウェハ・パラメータは、

前面 NT (ナノトポグラフィ)、背面 NT (ナノトポグラフィ) および厚みを含むサイトベースの基板ジオメトリと、

シリコン材料特性と、

を含む、請求項 11 に記載の方法。

**【請求項 13】**

前記チャック・パラメータは、

ピンサイズ、ピン間隔および真空リングの少なくとも 1 つを含むチャック構造と、応力と、

セラミック材料特性と、

を含む、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 14】

前記三次元有限要素モデルからの出力は、個々のサイトに基づく面外ひずみ (OPD) および面内ひずみ (IPD) を含む、請求項 13 に記載の方法。

【請求項 15】

請求項 14 に記載の方法であって、更に、  
前記面外ひずみ (OPD) をデフォーカスデータと比較する工程と、  
前記面内ひずみ (IPD) をオーバーレイデータと比較する工程と、  
を備える方法。

【請求項 16】

半導体基板の計量特性を評価するシステムであって、  
前記基板の前面、背面および厚みの少なくとも 1 つの NT (ナノトポグラフィ) を計測する計測システムと、  
前記基板を評価領域 / サイトに分割し、リソグラフィ処理パラメータへの前記 NT (ナノトポグラフィ) の影響をモデル化し、サイトごとに、面外ひずみ (OPD) および面内ひずみ (IPD) の少なくとも一方を得るように構成されたコンピュータを含むデータ分析システムと、  
を備えるシステム。

【請求項 17】

前記計測システムは、光学的計測システムを含む、請求項 16 に記載のシステム。

【請求項 18】

前記光学的計測システムは、前記基板を自由状態で保持するために、垂直な位置に前記基板を保持する点接触のみで前記基板を保持するように構成されている、請求項 17 に記載のシステム。

【請求項 19】

請求項 18 に記載のシステムであって、  
前記光学的計測システムは、更に、  
前面データおよび背面データを生成するために、前記基板の前面および背面上の点にて光学的計測を同時に実施するように、  
前記前面データおよび前記背面データを足すことによって、前記前面データおよび前記背面データから前記基板の厚みを得るように、かつ、  
フィルタリング済み表面データを得るために、ハイパスフィルタを用いて前記前面データおよび前記背面データから前面 NT (ナノトポグラフィ) および背面 NT (ナノトポグラフィ) を得るように、  
構成されている、システム。

【請求項 20】

前記ハイパスフィルタは、ダブルガウシアン (DG) フィルタである、請求項 19 に記載のシステム。

【請求項 21】

請求項 19 に記載のシステムであって、  
前記コンピュータは、前記評価領域サイトに対する前記フィルタリング済み表面データの少なくとも一部に基づいて、前記基板を特徴付けるように構成されている、システム。

【請求項 22】

前記評価領域サイトは、リソグラフィ・スキャナ・フィールドに相当する、請求項 21 に記載のシステム。

【請求項 23】

前記コンピュータは、前記評価領域 / サイトの各々について、前記基板の前記前面、前記背面および前記厚みにおける前記 NT (ナノトポグラフィ) の PV (山から谷までの) 範囲および 二乗平均平方根 (RMS) の各計量を含む計量値を計算するように構成されている、請求項 21 に記載のシステム。

**【請求項 2 4】**

前記コンピュータは、集積回路プロセスフローの少なくとも一部に基づいて決定された閾値と前記計量値を比較することで、前記集積回路プロセスフローに対する前記基板の適合性を特徴付けるように構成されている、請求項 2 3 に記載のシステム。

**【請求項 2 5】**

請求項 2 1 に記載のシステムであって、

前記コンピュータは、三次元有限要素モデルを利用することでリソグラフィ処理パラメータへの前記 NT の影響をモデル化するように構成され、

前記三次元有限要素モデルは、リソグラフィ処理中にリソグラフィチャック上でウェハ応答をシミュレートする、システム。

**【請求項 2 6】**

請求項 2 5 に記載のシステムであって、

前記三次元有限要素モデルへの入力は、ウェハ・パラメータおよびチャック・パラメータを含み、

前記三次元有限要素モデルからの出力は、個々のサイトに基づく面外ひずみ (OPD) および面内ひずみ (IPD) を含む、システム。

**【請求項 2 7】**

請求項 2 6 に記載のシステムであって、

前記ウェハ・パラメータは、

前面 NT (ナノトポグラフィ)、背面 NT (ナノトポグラフィ) および厚みを含むサイトベースの基板ジオメトリと、

シリコン材料特性と、

を含み、

前記チャック・パラメータは、

ピンサイズ、ピン間隔および真空リングの少なくとも 1 つを含むチャック構造と、  
応力と、

セラミック材料特性と、

を含む、システム。

**【請求項 2 8】**

請求項 2 6 に記載のシステムであって、

前記コンピュータは、更に、

前記 OPD をデフォーカスデータと比較するように、かつ、

前記 IPD をオーバーレイデータと比較するように、

構成されている、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】**0 0 0 8

**【補正方法】**変更

**【補正の内容】**

**【0 0 0 8】**

そこで、本明細書の手法及びシステムは、基板 NT を定量化し、かつ、この NT のリソグラフィ処理パラメータへの影響を定量化することを目的とする。この手法は有限要素モデルを利用する。

本発明の一形態は、半導体基板の計量特性を評価する方法であって、光学計測システムを用いて、前記基板の前面、背面および厚みの少なくとも 1 つの NT (ナノトポグラフィ) を計測する工程と；前記基板を評価領域 / サイトに分割する工程と；リソグラフィ処理パラメータへの前記 NT (ナノトポグラフィ) の影響をモデル化する工程と；サイトごとに、面外ひずみ (OPD) および面内ひずみ (IPD) の少なくとも一方を得る工程とを備える方法である。

**【手続補正 3】**

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0030

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0030】

本発明は、本明細書に開示された厳密な実施例に限定されないと想到される。当業者は、本発明概念から逸脱せずに変更又は補正を行ってもよいと理解するであろう。一実施例として、ハイパスフィルタ以外のNT獲得法を用いてもよい。本発明の範囲は請求項に鑑みて解釈すべきである。

本発明は、以下の適用例として実現することが可能である。

(適用例1)

コンピュータによって実施され、半導体基板の計量特性を評価する方法であって、  
前記基板の前面および背面の両方のNT（ナノトポグラフィ）を計測する工程と、  
リソグラフィ処理パラメータへの前記NT（ナノトポグラフィ）の影響をモデル化する工程と、  
を備える方法。

(適用例2)

適用例1に記載の方法であって、  
前記基板の前記前面および前記背面のNT（ナノトポグラフィ）を計測する前記工程は、

自由状態で前記基板を保持する工程と、  
表面データを生成するために前記基板の前記前面および前記背面上の点にて光学的計測を実施する工程と、

前記表面データから前記NT（ナノトポグラフィ）を得る工程と、  
を含む、方法。

(適用例3)

適用例2に記載の方法であって、  
前記基板の前記前面および前記背面上の点にて光学的計測を実施する前記工程は、前面データおよび背面データを生成するために前記基板の前記前面および前記背面上の点にて光学的計測を実施する工程を含み、

前記表面データから前記NT（ナノトポグラフィ）を得る工程は、前記基板の前記前面および前記背面のナノトポグラフィ（NT）を表すフィルタリング済み表面データを得るために、ハイパスフィルタを用いて前記前面データおよび前記背面データをフィルタリングする工程を含む、方法。

(適用例4)

前記ハイパスフィルタは、ダブルガウシアン（DG）フィルタである、適用例3に記載の方法。

(適用例5)

適用例3に記載の方法であって、更に、  
前記基板を評価領域/サイトに分割する工程と、  
前記評価領域/サイトに対する前記フィルタリング済み表面データの少なくとも一部に基づいて、前記基板を特徴付ける工程と、  
を備える方法。

(適用例6)

前記評価領域/サイトは、リソグラフィ・スキャナ・フィールドに相当する、適用例5に記載の方法。

(適用例7)

更に、前記評価領域/サイトの各々について、前記基板の前記前面および前記背面における前記NT（ナノトポグラフィ）のPV（山から谷までの）範囲およびRMSの各計量を含む計量値を計算する工程を備える適用例5に記載の方法。

(適用例 8)

適用例 7 に記載の方法であって、

前記方法は、集積回路処理フローに対する前記基板の適合性を特徴付け可能であり、

更に、前記集積回路プロセスフローの少なくとも一部に基づいて決定された閾値と前記計量値を比較する工程を、備える方法。

(適用例 9)

リソグラフィ処理パラメータへの前記 NT (ナノトポグラフィ) の影響をモデル化する

前記工程は、三次元有限要素モデルを利用する、適用例 1 に記載の方法。

(適用例 10)

前記三次元有限要素モデルは、リソグラフィ処理中にリソグラフィチャック上でウェハ応答をシミュレートする、適用例 9 に記載の方法。

(適用例 11)

前記三次元有限要素モデルへの入力は、ウェハ・パラメータおよびチャック・パラメータを含む、適用例 10 に記載の方法。

(適用例 12)

前記ウェハ・パラメータは、

前面 NT (ナノトポグラフィ)、背面 NT (ナノトポグラフィ) および厚みを含むサイトベースの基板ジオメトリと、

シリコン材料特性と、

を含む、適用例 11 に記載の方法。

(適用例 13)

前記チャック・パラメータは、

ピンサイズおよびピン間隔を含むチャック構造と、

応力と、

セラミック材料特性と、

を含む、適用例 11 に記載の方法。

(適用例 14)

前記三次元有限要素モデルからの出力は、個々のサイトに基づく面外ひずみ (OPD) および面内ひずみ (IPD) を含む、適用例 13 に記載の方法。

(適用例 15)

適用例 14 に記載の方法であって、更に、

前記面外ひずみ (OPD) をデフォーカスデータと比較する工程と、

前記面内ひずみ (IPD) をオーバーレイデータと比較する工程と、

を備える方法。

(適用例 16)

半導体基板の計量特性を評価するシステムであって、

前記基板の前面および背面の両方の NT (ナノトポグラフィ) を計測する手段と、

リソグラフィ処理パラメータへの前記 NT (ナノトポグラフィ) の影響をモデル化するように構成されたコンピュータを含むデータ分析システムと、

を備えるシステム。

(適用例 17)

前記基板の前面および背面の両方の NT (ナノトポグラフィ) を計測する前記手段は、光学的計測システムを含む、適用例 16 に記載のシステム。

(適用例 18)

前記光学的計測システムは、前記基板を自由状態で保持するために、垂直な位置に前記基板を保持する点接触のみで前記基板を保持するように構成されている、適用例 17 に記載のシステム。

(適用例 19)

適用例 18 に記載のシステムであって、

前記光学的計測システムは、更に、

前面データおよび背面データを生成するために、前記基板の前面および背面上の点にて光学的計測を同時に実施するように、かつ、

フィルタリング済み表面データを得るために、ハイパスフィルタを用いて前記前面データおよび前記背面データから前面NT（ナノトポグラフィ）および背面NT（ナノトポグラフィ）を得るように、

構成されている、システム。

（適用例20）

前記ハイパスフィルタは、ダブルガウシアン（DG）フィルタである、適用例19に記載のシステム。

（適用例21）

適用例16に記載のシステムであって、

前記コンピュータは、

前記基板を評価領域サイトに分割するように、かつ、

前記評価領域サイトに対する前記フィルタリング済み表面データの少なくとも一部に基づいて、前記基板を特徴付けるように、

構成されている、システム。

（適用例22）

前記評価領域サイトは、リソグラフィ・スキャナ・フィールドに相当する、適用例21に記載のシステム。

（適用例23）

前記コンピュータは、前記評価領域/サイトの各々について、前記基板の前記前面および前記背面における前記NT（ナノトポグラフィ）のPV（山から谷までの）範囲およびRMSの各計量を含む計量値を計算するように構成されている、適用例21に記載のシステム。

（適用例24）

前記コンピュータは、集積回路プロセスフローの少なくとも一部に基づいて決定された閾値と前記計量値を比較することで、前記集積回路プロセスフローに対する前記基板の適合性を特徴付けるように構成されている、適用例23に記載のシステム。

（適用例25）

適用例21に記載のシステムであって、

前記コンピュータは、三次元有限要素モデルを利用することでリソグラフィ処理パラメータへの前記NTの影響をモデル化するように構成され、

前記三次元有限要素モデルは、リソグラフィ処理中にリソグラフィチャック上でウェハ応答をシミュレートする、システム。

（適用例26）

適用例25に記載のシステムであって、

前記三次元有限要素モデルへの入力は、ウェハ・パラメータおよびチャック・パラメータを含み、

前記三次元有限要素モデルからの出力は、個々のサイトに基づく面外ひずみ（OPD）および面内ひずみ（IPD）を含む、システム。

（適用例27）

適用例26に記載のシステムであって、

前記ウェハ・パラメータは、

前面NT（ナノトポグラフィ）、背面NT（ナノトポグラフィ）および厚みを含むサイトベースの基板ジオメトリと、

シリコン材料特性と、

を含み、

前記チャック・パラメータは、

ピンサイズおよびピン間隔を含むチャック構造と、

応力と、

セラミック材料特性と、  
を含む、システム。

(適用例 28)

適用例 26 に記載のシステムであって、

前記コンピュータは、更に、

前記 O P D をデフォーカスデータと比較するように、かつ、

前記 I P D をオーバーレイデータと比較するように、

構成されている、システム。