

【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】平成 19 年 10 月 25 日 (2007.10.25)

【公開番号】特開 2005-140771 (P2005-140771A)
 【公開日】平成 17 年 6 月 2 日 (2005.6.2)
 【年通号数】公開・登録公報 2005-021
 【出願番号】特願 2004-306239 (P2004-306239)
 【国際特許分類】

G 0 1 N 23/201 (2006.01)

H 0 1 L 21/66 (2006.01)

H 0 1 L 21/31 (2006.01)

【F I】

G 0 1 N 23/201

H 0 1 L 21/66 N

H 0 1 L 21/31 B

【手続補正書】

【提出日】平成 19 年 8 月 31 日 (2007.8.31)

【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】

既知の反射特性を有する第 1 層と、第 1 層上に形成された第 2 層を有するサンプルの検査方法であって、

サンプル表面に放射線に向けること、

前記表面に対する仰角の関数として反射信号を生成するために、前記表面で反射された放射線を検知すること、

前記第 1 層からの放射線反射による反射信号における特徴を同定すること、

同定された特徴と前記第 1 層の既知の反射特性とに応答可能なように反射信号を較正すること、

前記第 2 層の特性を決定するために較正された反射信号を分析すること、

を含む検査方法。

【請求項 2】

前記放射線には、X 線を含む、請求項 1 に記載の検査方法。

【請求項 3】

前記放射線を検知することには、前記表面に対して直交するアレイ軸を持つ検出素子アレイで放射線を受光することを含む、請求項 1 に記載の検査方法。

【請求項 4】

前記放射線を受光することには、

前記アレイ軸と平行な方向に沿って、少なくとも第 1 のポジションと第 2 のポジションの間で前記アレイを移動し、

前記第 1 のポジションと前記第 2 のポジションで検出素子によって受光された放射線による第 1 の反射信号と第 2 の反射信号を生成し、

向上された反射信号を生成するために、前記第 1 の反射信号と前記第 2 の反射信号を合成する、

ことを含む請求項 3 に記載の検査方法。

【請求項 5】

前記特徴を同定することには、前記第 1 層からの全反射臨界角に対応する反射信号の肩の位置を見つけることを含む、請求項 1 に記載の検査方法。

【請求項 6】

前記反射信号を校正することには、前記肩の位置と、前記第 1 層の既知の密度で決定される前記臨界角の既知の値とを比較することを含む、請求項 5 に記載の検査方法。

【請求項 7】

前記反射信号を校正することには、前記肩の位置と前記臨界角の既知の値とに基づいて、反射信号の角度スケールにおけるゼロ角度を見つけることを含む、請求項 6 に記載の検査方法。

【請求項 8】

前記第 1 層からの全反射臨界角を第 1 の臨界角とし、

校正された反射信号を分析することには、前記第 2 層からの全反射に対する第 2 の臨界角の校正された値を決定することを含む、請求項 5 に記載の検査方法。

【請求項 9】

前記第 1 層は第 1 の密度、前記第 2 層は第 2 の密度をそれぞれ有し、

校正された反射信号を分析することには、前記第 2 の臨界角の校正された値に基づいて前記第 2 の密度を評価することを含む、請求項 8 に記載の検査方法。

【請求項 10】

前記第 2 の密度は、実質的に前記第 1 の密度より小さい、請求項 9 に記載の検査方法。

【請求項 11】

前記第 1 層はシリコンを有し、前記第 2 層は多孔質誘電素材を有する、請求項 10 に記載の検査方法。

【請求項 12】

既知の反射特性を有する第 1 層と、第 1 層上に形成された第 2 層を有するサンプルの検査装置であって、

サンプル表面に放射線を向けることに適用される放射線源と、

前記表面に対する仰角の関数として反射信号を生成するために、前記表面で反射された放射線を検知するために配置された検出器部と、

前記第 1 層からの放射線反射による反射信号における特徴を同定すること及び同定された特徴と前記第 1 層の既知の反射特性とに応答可能なように反射信号を校正することにより、反射信号を受信且つ処理するため、及び前記第 2 層の特性を決定するために校正された反射信号を分析するために連結された信号プロセッサと、
を有する検査装置。

【請求項 13】

前記放射線には、X 線を含む、請求項 12 に記載の検査装置。

【請求項 14】

前記検出器部は、前記表面に対して直交するアレイ軸を持つ検出素子アレイを有する、請求項 12 に記載の検査装置。

【請求項 15】

前記検出器部は、前記第 1 のポジションと前記第 2 のポジションで検出素子によって受光された放射線による第 1 の反射信号と第 2 の反射信号を生成するために、前記アレイ軸と平行な方向に沿って、少なくとも前記第 1 のポジションと前記第 2 のポジションの間で前記アレイを移動することに適用される可動素子を有し、

前記信号プロセッサは、向上された反射信号を生成するために、前記第 1 の反射信号と前記第 2 の反射信号を合成することに適用される、請求項 14 に記載の検査装置。

【請求項 16】

前記信号プロセッサで同定される特徴には、前記第 1 層からの全反射臨界角に対応する反射信号の肩を含む、請求項 12 に記載の検査装置。

【請求項 17】

前記信号プロセッサは、前記肩の位置と、前記第1層の既知の密度で決定される前記臨界面角の既知の値とを比較することにより、反射信号を較正することに適用される、請求項16に記載の検査装置。

【請求項18】

前記信号プロセッサは、前記肩の位置と前記臨界面角の既知の値とに基づいて、反射信号の角度スケールにおけるゼロ角度を見つけることに適用される、請求項17に記載の検査装置。

【請求項19】

前記第1層からの全反射臨界面角を第1の臨界面角とし、及び前記信号プロセッサは較正された反射信号を分析することにより前記第2層からの全反射に対する第2の臨界面角の較正された値を決定することに適用される、請求項16に記載の検査装置。

【請求項20】

前記第1層は第1の密度、前記第2層は第2の密度をそれぞれ有し、
前記信号プロセッサは、前記第2の臨界面角の較正された値に基づいて前記第2の密度を評価することに適用される、請求項19に記載の検査装置。

【請求項21】

前記第2の密度は、実質的に前記第1の密度より小さい、請求項20に記載の検査装置。

【請求項22】

前記第1層はシリコンを有し、前記第2層は多孔質誘電素材を有する、請求項21に記載の検査装置。

【請求項23】

サンプルの検査装置であって、
サンプル表面にX線を向けることに適用される放射線源と、
検出器部であって、
前記表面に対して実質的に直交するアレイ軸に沿って配置され、予め定義されたピッチで相互に分離され、前記表面で反射されたX線を受光し、受光した放射線に応答可能なように信号を生成するために作動する検出素子アレイと、
前記ピッチの整数倍でない増分で互いに分離されている、少なくとも第1のポジションと第2のポジションとの間でアレイ軸と平行な方向に前記検出素子アレイをシフトするために連結された可動素子と、を有する検出器部と、
前記表面に対する仰角の関数として前記表面のX線反射率を決定するために、少なくとも前記第1のポジションと前記第2のポジションで前記検出器部によって生成された信号を合成するために連結された信号プロセッサ、
を有する検査装置。

【請求項24】

前記信号プロセッサは、前記表面のX線反射率を決定するために、少なくとも前記第1のポジションと前記第2のポジションで前記検出器部によって生成された信号をインターリーブすることに適用される、請求項23に記載の検査装置。

【請求項25】

前記増分は、前記ピッチの半分以下である、請求項23に記載の検査装置。

【請求項26】

前記アレイはリニアアレイを有するとともに、前記検出素子は前記アレイ軸に直交する横方向の広さが前記アレイのピッチより実質的に大きい、請求項23に記載の検査装置。

【請求項27】

前記アレイは検出素子の2次元マトリクスを有し、前記検出器部は前記アレイ軸に直交する方向に沿った前記アレイの各列における検出素子を足し合わせることに適用される、請求項23に記載の検査装置。

【請求項28】

サンプルの検査方法であって、

サンプル表面方向へX線を向けること、

前記表面に対して実質的に直交するアレイ軸に沿って受光した放射線を解像しつつ、前記表面で反射されたX線を受光するために、予め定義されたピッチで相互に分離された検出素子アレイを構成すること、

前記ピッチの整数倍でない増分で互いに分離された、少なくとも第1のポジションと第2のポジション間で、前記アレイ軸に平行な方向で前記検出素子アレイをシフトすること

、
少なくとも前記第1のポジションと前記第2のポジションそれぞれで受光したX線に回答可能なように、検出素子により生成された少なくとも第1の信号と第2の信号を受信すること、

前記表面に対する仰角の関数として、前記表面のX線反射率を決定するために、少なくとも前記第1の信号と前記第2の信号を合成すること、
を含む検査方法。

【請求項29】

前記少なくとも前記第1の信号と前記第2の信号を合成することには、信号をインターリーブすることを含む、請求項28に記載の検査方法。

【請求項30】

前記増分は、前記ピッチの半分以下である、請求項28に記載の検査方法。

【請求項31】

マイクロ電子デバイス製造用クラスターツールであって、

半導体ウェハ表面の、既知の反射特性を有する下層に薄膜層を蒸着することに適用される蒸着ステーションと、

検査ステーションであって、

前記ウェハ表面にX線を向けることに適用される放射線源と、

前記表面に対する仰角の関数として反射信号を生成するために、前記表面で反射された放射線を検知するよう配置された検出器部と、

下層からの放射線反射による反射信号における特徴を同定すること及び同定された特徴と下層の既知の反射特性とに回答可能なように反射信号を較正することにより、反射信号を受信且つ処理するため、及び前記蒸着ステーションで蒸着された薄膜層の特性を決定するために較正された反射信号を分析するために連結された信号プロセッサ、を有する検査ステーション、

を有するクラスターツール。

【請求項32】

マイクロ電子デバイス製造用装置であって、

半導体ウェハを受け入れることに適用される製造用チャンバーと、

前記チャンバー内で半導体ウェハ表面の、既知の反射特性を有する下層に薄膜層を蒸着することに適用される蒸着装置と、

チャンバー内の半導体ウェハ表面にX線を向けることに適用される放射線源と、

前記表面に対する仰角の関数として反射信号を生成するために、前記表面で反射された放射線を検知するよう配置された検出器部と、

下層からの放射線反射による反射信号における特徴を同定すること及び同定された特徴と下層の既知の反射特性とに回答可能なように反射信号を較正することにより、反射信号を受信且つ処理するため、及び前記蒸着装置で蒸着された薄膜層の特性を決定するために較正された反射信号を分析するために連結された信号プロセッサ、
を有するマイクロ電子デバイス製造用装置。

【請求項33】

マイクロ電子デバイス製造用クラスターツールであって、

半導体ウェハ表面に薄膜層を蒸着することに適用される蒸着ステーションと、

検査ステーションであって、

前記ウェハ表面にX線を向けることに適用される放射線源と、

検出器部であって、

前記表面に対して実質的に直交するアレイ軸に沿って配置され、予め定義されたピッチで相互に分離され、前記表面で反射されたX線を受光するため及び受光した放射線に
応答可能なように信号を生成するために作動するようになっている検出素子アレイと、

前記ピッチの整数倍でない増分で互いに分離されている、少なくとも第1のポジションと第2のポジションとの間で前記アレイ軸に平行な方向に前記検出素子アレイをシフトするために連結された可動素子、を有する検出器部と、

前記表面に対する仰角の関数として薄膜層のX線反射率を決定するために、少なくとも前記第1のポジションと前記第2のポジションで前記検出器部によって生成された信号を合成するために連結された信号プロセッサ、を有する検査ステーション、
を有するクラスターツール。

【請求項34】

マイクロ電子デバイス製造用装置であって、

半導体ウェハを受け入れることに適用される製造用チャンバーと、

前記チャンバー内で半導体ウェハ表面に薄膜層を蒸着することに適用される蒸着装置と、

チャンバー内の半導体ウェハ表面にX線を向けることに適用される放射線源と、

検出器部であって、

前記表面に対して実質的に直交するアレイ軸に沿って配置され、予め定義されたピッチで相互に分離され、前記表面で反射されたX線を受光するため及び受光した放射線に
応答可能なように信号を生成するために作動するようになっている検出素子アレイと、

前記ピッチの整数倍でない増分で互いに分離されている、少なくとも第1のポジションと第2のポジションとの間で前記アレイ軸に平行な方向に前記検出素子アレイをシフトするために連結された可動素子、を有する検出器部と、

前記表面に対する仰角の関数として薄膜層のX線反射率を決定するために、少なくとも前記第1のポジションと前記第2のポジションで前記検出器部によって生成された信号を合成するために連結された信号プロセッサ、
を有する製造用装置。

【請求項35】

サンプルの検査方法であって、

予め定義された第1のポジションにある放射線源から、予め定義された第2のポジションにある放射線センサへ放射線を向けること、

予め定義されたカットオフ角で放射線をカットオフするように、シャッターが配置された間に、仰角の関数として第1の直接信号を生成するために前記放射線源から前記放射線センサへ直接入射する放射線を検知すること、

予め定義されたカットオフ角で放射線をカットオフしないように、シャッターが配置された間に、仰角の関数として第2の直接信号を生成するために前記放射線源から前記放射線センサへ直接入射する放射線を検知すること、

放射線がサンプル表面に入射するよう、予め定義された第1のポジションにある前記放射線源と予め定義された第2のポジションにある前記放射線センサの間にサンプルを置くこと、

予め定義されたカットオフ角で放射線をカットオフするように、シャッターが配置された間に、仰角の関数として第1の反射信号を生成するためにサンプル表面から前記放射線センサ上へ反射した放射線を検知すること、

予め定義されたカットオフ角で放射線をカットオフしないように、シャッターが配置された間に、仰角の関数として第2の反射信号を生成するためにサンプル表面から前記放射線センサ上へ反射した放射線を検知すること、

前記表面に対する接線の仰角を見つけるために、前記第1の直接信号と前記第2の直接信号の第1の比と、前記第1の反射信号と前記第2の反射信号の第2の比を比較すること、

を含む検査方法。

【請求項 36】

前記放射線には、X線を含む、請求項 35 に記載の検査方法。

【請求項 37】

前記放射線センサは、サンプル表面に対して直交するアレイ軸を持つ検出素子アレイを有する、請求項 35 に記載の検査方法。

【請求項 38】

前記直接信号と前記反射信号を決定するために、放射線を検知することには、

前記アレイ軸と平行な方向に沿って、少なくとも第 1 のポジションと第 2 のポジションの間で前記アレイを移動し、

少なくとも前記第 1 のポジションと前記第 2 のポジションで前記検出素子によって受光された放射線による第 1 の信号と第 2 の信号を生成し、

向上された反射信号を生成するために、少なくとも前記第 1 の信号と前記第 2 の信号を合成する、

ことを含む請求項 37 に記載の検査方法。

【請求項 39】

サンプル表面の薄膜層の性質を決定するために、前記第 1 の反射信号と前記第 2 の反射信号を分析することを含む、請求項 35 に記載の検査方法。

【請求項 40】

前記第 1 の比と前記第 2 の比とを比較することには、

前記第 1 の比が所定の値となる第 1 の仰角を見つけ、前記第 2 の比が所定の値となる第 2 の仰角を見つけ、及び該第 1 の仰角と該第 2 の仰角の平均となるよう、前記表面に対する接線の仰角を決定する、ことを含む請求項 35 に記載の検査方法。

【請求項 41】

前記シャッターが放射線をカットオフするより下で最小仰角を決定するために前記第 1 の仰角と前記第 2 の仰角の差を取得することを含む、請求項 40 に記載の検査方法。

【請求項 42】

サンプルの検査装置であって、

放射線を生成することに適用される、予め定義された第 1 のポジションにある放射線源と、

予め定義されたカットオフ角で放射線をカットするために配置可能なシャッターと、

前記放射線源で生成された放射線をサンプル表面へ入射させるためにサンプルを適当な場所へ置くために構成される可動ステージと、

仰角の関数として、放射線センサに入射した放射線に应答可能な信号を生成するために放射線を検知することに適用される、予め定義された第 2 のポジションにある放射線センサと、

前記信号には、

予め定義されたカットオフ角で放射線をカットオフするように、前記シャッターが配置された間に、前記放射線源から前記放射線センサへ直接入射する放射線に应答可能な第 1 の直接信号と、

予め定義されたカットオフ角で放射線をカットオフしないように、前記シャッターが配置された間に、前記放射線源から前記放射線センサへ直接入射する放射線に应答可能な第 2 の直接信号と、

予め定義されたカットオフ角で放射線をカットオフするように、前記シャッターが配置された間に、サンプル表面から前記放射線センサ上へ反射した放射線に应答可能な第 1 の反射信号と、

予め定義されたカットオフ角で放射線をカットオフしないように、前記シャッターが配置された間に、サンプル表面から前記放射線センサ上へ反射した放射線に应答可能な第 2 の反射信号とを含み、

前記表面に対する接線の仰角を見つけるために、前記第 1 の直接信号と前記第 2 の直接

信号の第 1 の比と、前記第 1 の反射信号と前記第 2 の反射信号の第 2 の比を比較するために連結された信号プロセッサと、
を有する検査装置。

【請求項 4 3】

前記放射線には、X 線を含む、請求項 4 2 に記載の検査装置。

【請求項 4 4】

前記放射線センサは、サンプル表面に対して直交するアレイ軸を持つ検出素子アレイを有する、請求項 4 2 に記載の検査装置。

【請求項 4 5】

前記放射線センサは第 1 のポジションと第 2 のポジションで検出素子により受光された放射線による少なくとも第 1 の信号と第 2 の信号を生成するために、前記アレイ軸に平行な方向に沿って少なくとも第 1 のポジションと第 2 のポジション間で前記アレイを移動させることに適用される可動素子を有し、及び前記信号プロセッサは向上された信号を生成するために少なくとも前記第 1 の信号と前記第 2 の信号を合成することに適用される、請求項 4 4 に記載の検査装置。

【請求項 4 6】

前記信号プロセッサは、サンプル表面の薄膜層の性質を決定するために、前記第 1 の反射信号と前記第 2 の反射信号を分析することに適用される、請求項 4 2 に記載の検査装置。

【請求項 4 7】

前記信号プロセッサは、前記第 1 の比が所定の値となる第 1 の仰角を見つけ、前記第 2 の比が所定の値となる第 2 の仰角を見つけ、及び該第 1 の仰角と該第 2 の仰角の平均を取得することにより、前記表面に対する接線の仰角を決定すること、
に適用される、請求項 4 2 に記載の検査装置。

【請求項 4 8】

前記信号プロセッサは、前記シャッターが放射線をカットオフするより下で最小仰角を決定するために前記第 1 の仰角と前記第 2 の仰角の差を取得することに適用される、請求項 4 7 に記載の検査装置。