

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-101428

(P2004-101428A)

(43) 公開日 平成16年4月2日(2004.4.2)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
GO 1 B 11/06	GO 1 B 11/06	Z 2 F 0 6 5
GO 2 B 21/36	GO 2 B 21/36	2 H 0 5 2
HO 1 L 21/66	HO 1 L 21/66	P 4 M 1 0 6

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2002-265723 (P2002-265723)	(71) 出願人	000000376 オリンパス株式会社 東京都渋谷区幡ヶ谷2丁目4番2号
(22) 出願日	平成14年9月11日 (2002.9.11)	(74) 代理人	100058479 弁理士 鈴江 武彦
		(74) 代理人	100084618 弁理士 村松 貞男
		(74) 代理人	100068814 弁理士 坪井 淳
		(74) 代理人	100091351 弁理士 河野 哲
		(74) 代理人	100100952 弁理士 風間 鉄也

最終頁に続く

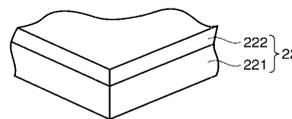
(54) 【発明の名称】 レーザ顕微鏡装置

(57) 【要約】

【課題】この発明は、簡易な構成で、処理データの軽減を図り得るようにして、迅速にして高精度な膜厚測定を実現することにある。

【解決手段】試料22の薄膜222の上面及び下面(基板221の上面)からの反射光を取得して、該反射光の最大位置を含む区間1及び区間2に基づいて該区間1及び区間2における輝度が示す変化曲線上の最大値となるA位置及びB位置を推定し、基板221上に実装された薄膜222の厚さを求めるように構成し、初期の目的を達成した。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レーザ光源からの光を対物レンズを通して薄膜が実装された試料に照射するレーザ照射手段と、

前記対物レンズと前記試料との相対位置を光軸方向に移動制御する移動制御手段と、

前記対物レンズと前記試料との相対位置の光軸方向の変化に応じて前記試料で反射される反射光を前記対物レンズを通して取り込んで輝度を検出する光検出手段と、

この光検出手段で検出された相対位置の光軸方向の変化に応じた輝度情報を、前記対物レンズと前記試料との相対位置に対応して記憶するメモリと、

このメモリに記憶される前記相対位置の光軸方向の変化に応じた輝度情報に基づいて前記試料の薄膜の上面及び下面からの反射ピーク位置を含む第 1 及び第 2 の区間を指示する操作部と、

この操作部で指示された第 1 及び第 2 の区間における複数の輝度情報に基づいて輝度が示す変化曲線上の最大値となる前記相対位置を推定し、前記試料の薄膜の厚さを求める演算手段と

を具備することを特徴とするレーザ顕微鏡装置。

【請求項 2】

前記演算手段は、前記試料の薄膜の上面及び下面からの反射ピーク位置を含む第 1 及び第 2 に区間を記憶し、この第 1 及び第 2 の区間における複数の輝度情報に基づいて輝度が示す変化曲線上の最大値となる前記相対位置を推定して、前記試料の薄膜の厚さを求めることを特徴とする請求項 1 記載のレーザ顕微鏡装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

この発明は、例えば半導体ウエーハ等の試料に実装された薄膜の膜厚を測定するのに用いられるレーザ顕微鏡装置に関する。

【0002】

【従来技術】

一般に、半導体ウエーハ等の半導体においては、基板表面に透明又は半透明な薄膜が実装される。このような薄膜は、その厚さ寸法に「バラツキ」が発生すると、定められた特性が低下されるという不都合を有する。

【0003】

そのため、このような基板に実装した薄膜は、その厚さ寸法をレーザ顕微鏡を用いて測定し、所望の厚さ寸法のものを選択することにより、製品の信頼性を確保する方法が採られている。

【0004】

このレーザ顕微鏡を用いて厚さ寸法を測定する方法は、先ず、薄膜を実装した基板を、いわゆる試料として、対物レンズに対向配置し、例えば対物レンズを光軸方向に移動制御して試料と対物レンズとの相対位置を所望に移動ステップで移動させる。この際、レーザ光源からの光を、対物レンズを通して試料の薄膜上に照射して、この試料の薄膜表面及び基板表面で反射して反射光が対物レンズを通して取り込まれ、その輝度データが検出される。この輝度データの変化に基づいて測定対象面である薄膜表面及び基板表面が検出され、薄膜の厚さ寸法が求められる。

【0005】

この薄膜の厚さ寸法を求める具体例としては、輝度データのピークを推定して求めたり（特開平 9 - 68413 号公報）、あるいは薄膜の合否判断の基準となる膜厚変化量を求めるために、薄膜の両面の高さ情報を検出する方法（特開 2002 - 39718 号公報）が知られている。

【0006】

しかしながら、上記レーザ顕微鏡では、薄膜の厚さを検出する何れの具体例を用いて構成

しても、精度良く再現性の良い測定を実現するのに、試料と対物レンズとの相対位置を移動する移動ステップを十分に小さい微小間隔で移動させなければ所望の測定精度を確保することが困難なために、高精度な微小移動機構を備えなければならないことで、構成が大掛かりとなるという問題を有する。

【0007】

また、これによると、小さな移動ステップで所望に膜厚以上の範囲を移動させることとなるために、その測定に多くの時間を費やすうえ、輝度データ量が多くなるために、メモリ容量の大きなメモリが必要となるという不具合を有する。

【0008】

【特許文献1】

特開平9-68413号公報

【0009】

【特許文献2】

特開2002-39718号公報

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

以上述べたように、従来のレーザー顕微鏡では、薄膜の膜厚を高精度に測定するように構成すると、装置が大掛かりとなるうえ、その測定に多大な時間を費やし、且つ、輝度データ量が非常に多くなり、大容量のメモリが必要となるという不具合を有する。

【0011】

この発明は上記の事情に鑑みてなされたもので、簡易な構成で、処理データの軽減を図り得るようにして、迅速にして高精度な膜厚測定を実現したレーザー顕微鏡を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】

この発明は、レーザー光源からの光を対物レンズを通して薄膜が実装された試料に照射するレーザー照射手段と、前記対物レンズと前記試料との相対位置を光軸方向に移動制御する移動制御手段と、前記対物レンズと前記試料との相対位置の光軸方向の変化に応じて前記試料で反射される反射光を前記対物レンズを通して取り込んで輝度を検出する光検出手段と、この光検出手段で検出された相対位置の光軸方向の変化に応じた輝度情報を、前記対物レンズと前記試料との相対位置に対応して記憶するメモリと、このメモリに記憶される前記相対位置の光軸方向の変化に応じた輝度情報に基づいて前記試料の薄膜の上面及び下面からの反射ピーク位置を含む第1及び第2の区間を指示する操作部と、この操作部で指示された第1及び第2の区間における複数の輝度情報に基づいて輝度が示す変化曲線上の最大値となる前記相対位置を推定し、前記試料の薄膜の厚さを求める演算手段とを備えてレーザー顕微鏡装置を構成した。

【0013】

上記構成によれば、薄膜の上面及び下面からの反射ピーク位置を含む第1及び第2の区間に基づいて該第1及び第2の区間における輝度が示す変化曲線上の最大値となる相対位置を推定し、試料の薄膜の厚さを求めていることにより、対物レンズと試料との相対位置の移動ステップに影響することなく、しかも、最小限の輝度情報を取得するだけで、高精度な測定が可能となる。従って、対物レンズと試料との相対位置を光軸方向に移動制御する移動制御手段の簡略化が図れて簡易な構成が実現され、しかも、メモリ容量の軽減が図れてメモリの小形化が図れる。

【0014】

また、この発明は、前記演算手段で、前記試料の薄膜の上面及び下面からの反射ピーク位置を含む第1及び第2の区間を記憶し、この第1及び第2の区間における複数の輝度情報に基づいて輝度が示す変化曲線上の最大値となる前記相対位置を推定して、前記試料の薄膜の厚さを求めるように構成した。

【0015】

10

20

30

40

50

これによれば、膜厚をルーチン測定することが可能となることにより、検査時間の短縮が図れる。

【0016】

【発明の実施の形態】

以下、この発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

【0017】

図1は、この発明の一実施の形態に係るレーザ顕微鏡装置を示すもので、対物レンズ10は、顕微鏡本体11のステージ12に対向して光軸（Z軸）方向に移動制御自在に配される。そして、この対物レンズ10は、Z軸移動機構駆動部13を介してZ軸位置が移動制御される。

10

【0018】

また、対物レンズ10の光路上には、2次元走査機構14を介してハーフミラー15が配される。そして、このハーフミラー15の透過光路上には、レーザ光源16がミラー17を介して配される。

【0019】

ハーフミラー15の反射光路には、結像レンズ18、ピンホール19を介して光検出器20が配され、この光検出器20には、ハーフミラー15の反射光路に導かれた光が結像レンズ18で結像された後、ピンホール19を通過した光が入射される。光検出器20は、入射した光の輝度を検出して輝度情報をコンピュータ21の画像入力部211に出力する。

20

【0020】

また、コンピュータ21には、制御部212、メモリ213及び演算部214が設けられ、例えばキーボードやマウス等で構成される操作部215の操作に応動して後述するように制御部212及び画像入力部211を統合して制御し、後述するようにステージ12上に載置された測定対象である試料22に実装される薄膜膜厚の測定を実行する。このコンピュータ21の制御部212は、操作部215の操作に応動してこれらZ軸移動機構駆動部13及び2次元走査機構14を駆動制御する。

【0021】

上記試料22は、例えば半導体ウエーハ等で構成され、図2に示すように基板221上に透明又は半透明の薄膜222が実装されて形成される。

30

【0022】

上記光検出器20は、対物レンズ10の焦点位置からの試料22の反射光以外がピンホール19を通過することがないことで、取得される画像が対物レンズ10の合焦位置からの画像に対応される。そこで、コンピュータ21の制御部212は、2次元走査機構14の2次元走査毎にZ軸移動機構駆動部13を駆動制御して対物レンズ10の光軸方向の位置を所定の間隔で離散的に移動させ、対物レンズ10と試料22との間の相対位置の変化に応じた2次元画像の各画素毎の光を上記光検出器20に取り込み、この光検出器20を介して2次元画像の各画素毎の信号が画像入力部211に入力される。ここで、制御部212は、対物レンズ10のZ軸（光軸方向）位置データと、画像入力部211に入力された2次元画像の各画素毎の輝度情報とをメモリ213に記憶すると共に、その2次元画像を

40

【0023】

上記構成において、試料22の薄膜222の膜厚を測定する場合には、まず、その薄膜側を対物レンズ10に対向させて顕微鏡本体11のステージ12上に載置し、レーザ光源16を駆動制御する。このレーザ光源16から出射された光は、ミラー17で反射されてハーフミラー15に導かれ、このハーフミラー15の透過光路を通過して2次元走査機構14に入射される。2次元走査機構14は、上記制御部212を介して駆動制御され、入射した光を2次元走査して対物レンズ10を介してステージ12上に載置された試料22の薄膜222上の測定領域に照射する。

【0024】

50

同時に、コンピュータ 21 の制御部 212 は、2次元走査機構 14 の2次元走査毎にZ軸移動機構駆動部 13 を駆動制御して対物レンズ 10 の光軸方向の位置を所定の間隔で離散的に移動させる。これにより、試料 22 の薄膜 222 上に照射された光の反射光は、再び対物レンズ 10 に導かれ、2次元走査機構 14 を通ってハーフミラー 15 の反射光路に導かれる。このハーフミラー 15 の反射光路に導かれた反射光は、結像レンズ 18 で結像され、ピンホール 19 を介して光検出器 20 に入力される。

【0025】

光検出器 20 は、入射した光の輝度を検出して、その輝度情報を、上記2次元走査機構 14 の2次元走査に同期してコンピュータ 21 の画像入力部 211 に出力する。この画像入力部 211 は、入力した輝度情報を画像処理してモニタ 23 に表示すると共に、輝度情報をメモリ 213 に記憶する。

10

【0026】

ここで、オペレータは、操作部 215 を操作し、上記メモリ 213 に記憶した輝度情報を、例えば図 3 に示すように試料 22 の基板 221 の表面（薄膜 222 の下面）と、該基板 221 上の薄膜 222 の表面（上面）におけるZ軸（光軸）位置に対応したプロットグラフとして、モニタ 23 に表示する。この輝度情報を表示したプロットグラフには、Z軸移動機構駆動部 13 を介して対物レンズ 10 を試料方向に移動させてZ軸位置を変化させると、薄膜 222 の表面からの反射光が最大となる輝度 A となり、その後、基板 221 の表面からの反射光が最大となる輝度 B が順に表示される。

【0027】

そこで、オペレータは、モニタ 23 に表示される輝度情報に基づいて操作部 215 を操作して上記輝度 A を含む領域（区間 1）及び輝度 B を含む領域（区間 2）をそれぞれ指示する。

20

【0028】

ここで、コンピュータ 21 は、その演算部 214 において区間 1 及び区間 2 の輝度情報より、例えば既に特開平 9 - 68413 号において開示した最小二乗法等の2次以上の公知の曲線近似演算処理を実行して輝度の変化曲線を推定し、その区間 1 及び区間 2 における最大位置（A 及び B）を算出する。その後、演算部 215 は、変化曲線の区間 1 及び区間 2 の最大位置（A 及び B）が対物レンズ 10 の焦点が試料 22 の薄膜 222 の表面に合致している状態の輝度値として、そのZ軸位置の差 $Z (= Z_1 - Z_2)$ を基板 221 上に薄膜 222 の膜厚として算出する。この算出した試料 22 の薄膜 222 の膜厚は、例えば上記モニタ 23 に表示される。

30

【0029】

このように、上記レーザ顕微鏡装置は、試料 22 の薄膜 222 の上面及び下面（基板 221 の上面）からの反射光を取得して、該反射光の最大位置を含む区間 1 及び区間 2 に基づいて該区間 1 及び区間 2 における輝度が示す変化曲線上の最大値となる A 位置及び B 位置を推定し、基板 221 上に実装された薄膜 222 の厚さを求めるように構成した。

【0030】

これによれば、Z軸移動機構駆動部 13 で移動調整する対物レンズ 10 と試料 22 との相対位置の移動間隔に影響することなく、しかも、最小限の輝度情報を取得するだけで、高精度な測定が可能となるため、そのZ軸移動機構駆動部 13 の簡略化が図れて簡易な構成が実現され、しかも、メモリ容量の軽減が図れてメモリ 213 の小形化が図れる。

40

【0031】

また、上記実施の形態では、オペレータがモニタ 23 に表示されるプロットグラフを確認して操作部 215 を操作して反射光が最大となる位置を含む区間 1 及び区間 2 の指示を行うように構成した場合で説明したが、これに限ることなく、その他、予め、薄膜 222 の膜厚が既知の場合、その反射光が最大となる位置を含む区間 1 及び区間 2 を記憶しておいて、光検出器 20 で検出した輝度情報が画像入力部 211 に入力された状態で、記憶しておいた区間 1 及び区間 2 に基づいて変化曲線上の最大値となる A 位置及び B 位置を推定し、試料 22 の薄膜 222 を求めるように構成することも可能である。

50

【0032】

これによれば、試料22の薄膜222の膜厚が、既知である場合等において、いわゆるルーチン測定が実現されることにより、さらに膜厚測定の迅速化を実現することができる。

【0033】

さらに、上記実施の形態では、対物レンズ10を光軸方向に移動させて試料22との相対位置を移動制御するように構成した場合で説明したが、これに限ることなく、その他、試料側を光軸方向に移動させたり、あるいは対物レンズ10及び試料22の双方を光軸方向に移動させて相対位置を移動制御するように構成することも可能である。

【0034】

また、上記実施の形態では、試料22として、一層の薄膜222を基板221上に形成した薄膜構造に適用した場合で説明したが、これに限ることなく、その他、基板上に二層以上の複数層を実装した薄膜構造においても測定可能であり、同様の効果が期待される。

10

【0035】

さらに、上記実施の形態では、走査型のレーザ顕微鏡に適用した場合で説明したが、これに限ることなく、例えばNikpowディスクのようなDiskスキャン形式の共焦点顕微鏡においても適用可能で、同様の効果が期待される。

【0036】

また、ガルバノミラーの代わりに音響光学素子を用いてX軸方向の走査を行うようにして試料からの反射光をラインセンサ等で受光するようにした顕微鏡構成のものにおいても適用可能である。

20

【0037】

よって、この発明は、上記実施の形態に限ることなく、その他、実施段階ではその要旨を逸脱しない範囲で種々の変形を実施し得ることが可能である。さらに、上記実施形態には、種々の段階の発明が含まれており、開示される複数の構成要件における適宜な組合せにより種々の発明が抽出され得る。

【0038】

例えば実施形態に示される全構成要件から幾つかの構成要件が削除されても、発明が解決しようとする課題の欄で述べた課題が解決でき、発明の効果で述べられている効果が得られる場合には、この構成要件が削除された構成が発明として抽出され得る。

【0039】

30

【発明の効果】

以上詳述したように、この発明によれば、簡易な構成で、処理データの軽減を図り得るようにして、迅速にして高精度な膜厚測定を実現したレーザ顕微鏡を提供することを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施の形態に係るレーザ顕微鏡装置の配置構成を示す構成図である。

【図2】図1で薄膜の膜厚を測定する試料の構成の一例を示した図である。

【図3】図1のモニタに表示される表示画面を示した図である。

40

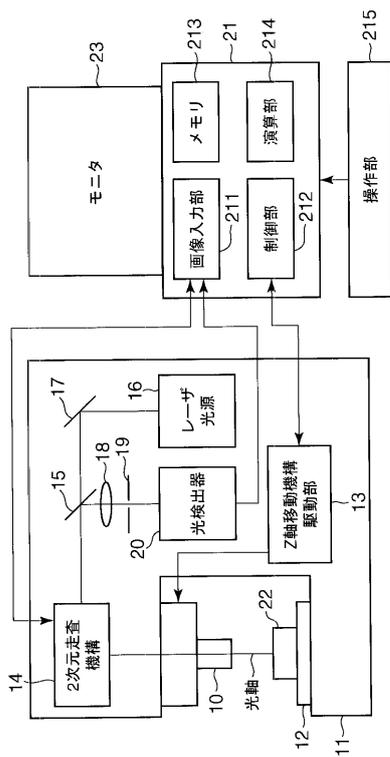
【符号の説明】

- 10 ... 対物レンズ
- 11 ... 顕微鏡本体
- 12 ... ステージ
- 13 ... Z軸移動機構駆動部
- 14 ... 2次元走査機構
- 15 ... ハーフミラー
- 16 ... レーザ光源
- 17 ... ミラー
- 18 ... 結像レンズ
- 19 ... ピンホール

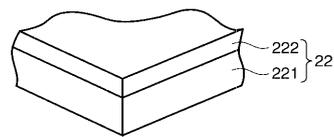
50

- 2 0 ... 光検出器
- 2 1 ... コンピュータ
- 2 1 1 ... 画像入力部
- 2 1 2 ... 制御部
- 2 1 3 ... メモリ
- 2 1 4 ... 演算部
- 2 1 5 ... 操作部
- 2 2 ... 試料
- 2 2 1 ... 基板
- 2 2 2 ... 薄膜
- 2 3 ... モニタ

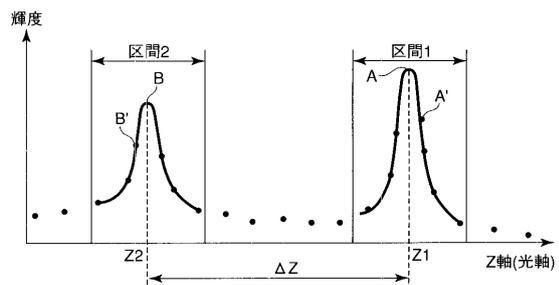
【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】



フロントページの続き

(72)発明者 藤井 章弘

東京都渋谷区幡ヶ谷 2丁目 4 3番 2号 オリパス光学工業株式会社内

Fターム(参考) 2F065 AA02 AA21 AA30 BB01 BB17 CC31 DD02 DD06 FF23 FF41
GG04 JJ01 LL30 MM16 MM26 MM28 PP02 PP24 QQ23 QQ28
QQ31
2H052 AA08 AB01 AB06 AB24 AC04 AC18 AC34 AD05 AF03 AF06
AF14 AF21
4M106 AA01 BA05 CA48 DB08 DJ04 DJ11 DJ21