

(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2010-117161

(P2010-117161A)

(43) 公開日 平成22年5月27日(2010.5.27)

(51) Int.Cl.

G01B 11/06 (2006.01)

F 1

G01B 11/06

テーマコード(参考)

G

2 F 0 6 5

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号

特願2008-288794 (P2008-288794)

(22) 出願日

平成20年11月11日 (2008.11.11)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(74) 代理人 100072718

弁理士 古谷 史旺

(74) 代理人 100116001

弁理士 森 俊秀

(72) 発明者 深澤 和彦

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

F ターム(参考) 2F065 AA30 BB03 CC19 FF51 GG24
GG25 HH03 HH08 HH12 HH14
JJ03 JJ08 JJ26 LL19 LL22
LL59 NN02 QQ17 QQ23 QQ25
QQ42 RR05

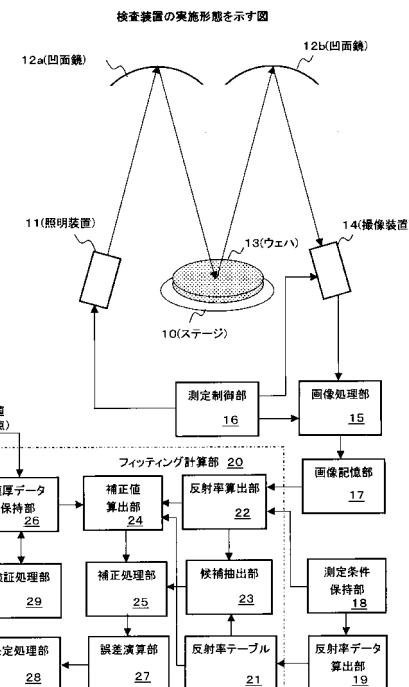
(54) 【発明の名称】 検査装置

(57) 【要約】

【課題】ウェハ表面全体のような広い領域の膜厚分布を高速に測定可能な膜厚測定方法および装置を提供する。

【解決手段】表面に薄膜を有する基板を支持するステージと、基板を略平行光で照明する照明部と、略平行光で照明された前記基板の正反射像を一括して撮像する撮像部と、正反射像と、前記基板上のいずれかの位置における膜厚情報とに基づいて、前記一括して撮影された範囲の前記薄膜の膜厚分布を求める膜厚分布検出部とを備える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

表面に薄膜を有する基板を支持するステージと、
前記基板を略平行光で照明する照明部と、
前記略平行光で照明された前記基板の正反射像を一括して撮像する撮像部と、
前記正反射像と、前記基板上のいずれかの位置における膜厚情報とに基づいて、前記一括して撮影された範囲の前記薄膜の膜厚分布を求める膜厚分布検出部とを備えることを特徴とする検査装置。

【請求項 2】

前記照明部は、特定波長域の光を抽出する波長抽出部を有し、前記特定波長域の光で前記基板を照明することを特徴とする請求項 1 に記載の検査装置。 10

【請求項 3】

前記膜厚分布検出部は、検出する膜厚に適する前記特定波長域の光による前記反射像に基づいて前記膜厚分布を求ることを特徴とする請求項 2 に記載の検査装置。

【請求項 4】

前記照明部は、複数の前記特定波長域の光を切り換えて、前記基板を照明可能であり、
前記膜厚分布検出部は、前記複数の特定波長域の光による前記反射像に基づいて前記膜厚分布を求ることを特徴とする請求項 3 に記載の検査装置。

【請求項 5】

前記膜厚分布検出部は、前記基板上のいずれかの位置における幾何膜厚と屈折率とを含む膜厚情報を用いて、前記薄膜の膜厚分布を求ることを特徴とする請求項 1 乃至 4 に記載の検査装置。 20

【請求項 6】

前記照明部は、前記基板を照明する光の強度を調整する照明強度調整部を有することを特徴とする請求項 1 乃至 5 に記載の検査装置。

【請求項 7】

前記膜厚分布検出部で検出された膜厚分布を立体表示可能な表示部をさらに備えることを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか 1 項に記載の検査装置。

【請求項 8】

前記膜厚分布に関する許容値を記憶する記憶部と、
前記記憶部に記憶された前記許容値に基づいて前記膜厚分布検出部で検出された膜厚分布の良否を判断する良否判断部をさらに備えることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の検査装置。 30

【請求項 9】

前記表示部を備えた請求項 8 に記載の検査装置であって、
前記表示部は、前記膜厚分布の立体表示と前記許容値とを比較可能に表示することを特徴とする検査装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、ウェハ表面などに形成された薄膜の膜厚を計測するための検査装置に関する。 40

【背景技術】**【0002】**

ウェハ表面に形成された多層薄膜の膜厚の計測には、エリプソメトリ(偏光測定法)を利用して偏光の回転角を測定し、その測定結果から膜厚と膜の構成材の屈折率とを求める技術が適用されている。

【0003】

エリプソメトリを利用した従来の技術では、ウェハ上の一つの測定点について、その測定点からの反射光について偏光の回転角が測定され、膜厚が測定される。そして、複数の 50

測定点について順次測定した結果から求めた膜厚が許容範囲内であれば、ウェハ全面の膜厚が許容範囲内であるとしていた。

【0004】

また、レンズなどの光学素子の表面に形成された薄膜の分光特性(例えば、分光透過率)を測定し、この測定結果に基づいて、膜厚を推定する手法も提案されている(特許文献1参照)。

【0005】

また一方、ウェハ基板上に形成されたレジスト膜などの単層薄膜について膜厚分布を測定する方法としては、レジスト表面に対して垂直方向からレーザ光を照射する位置を変化させながら、レジストの表面と裏面からの反射光の合成出力を取得し、その変化から膜厚分布を測定する方法が提案されている(特許文献2参照)。

10

【特許文献1】特開2001-174226号公報

【特許文献2】特開平7-91923号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

ところで、近年の半導体製造技術では、ウェハ上に集積して形成される回路の微細化が進むとともに、動作の高速化など性能の向上も求められている。これに伴って、膜厚のウェハ内での変動についての許容範囲が小さくなる傾向がある。

20

【0007】

特に、イメージセンサなどでは、2次元に配列された全ての画素の感度を均一化することが求められるため、1つのチップの中での膜厚の局所的な変動が問題になる場合もある。このような膜厚の局所的な変動は、薄膜を形成する装置のトラブルやウェハ表面に付着した異物により生じる他、ウェハ表面の段差により生じることもある。

【0008】

従来のエリプソメトリを用いた膜厚測定技術や分光特性を用いた膜厚測定技術では、1回の測定で得られるのは、1つの測定点の微小領域の平均値としての膜厚である。

【0009】

したがって、上述した従来の膜厚測定技術をそのまま適用してウェハ表面全体の膜厚分布を測定しようとすれば、膨大な測定点について測定を繰り返す必要があり、測定に多大な時間を要してしまう。

30

【0010】

また、レーザ光の照射位置を変えながらレジスト表面と裏面とからの反射光の合成出力を観察する方法においても、各照射位置について膜厚測定を繰り返す必要がある点は同等である。

【0011】

本発明は、ウェハ表面全体のような広い領域の膜厚分布を高速に測定可能な膜厚測定方法および装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

上述した目的は、以下に開示する検査装置によって達成することができる。

40

【0013】

この検査装置の特徴は、表面に薄膜を有する基板を支持するステージと、基板を略平行光で照明する照明部と、略平行光で照明された前記基板の正反射像を一括して撮像する撮像部と、正反射像と、前記基板上のいずれかの位置における膜厚情報とに基づいて、前記一括して撮影された範囲の前記薄膜の膜厚分布を求める膜厚分布検出部とを備える点にある。

【発明の効果】

【0014】

上述した構成の検査装置によれば、ウェハ表面全体に対応する正反射像を一括して取得

50

することで、広い領域の膜厚分布を高速に測定することができる。これにより、ウェハの全数検査にも適用することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

以下、図面に基づいて、本発明の実施形態について詳細に説明する。

(実施形態1)

図1に、本発明にかかる検査装置の一実施形態を示す。

【0016】

図1に示した照明装置11は、例えば、ほぼ均一な分光特性を持つ白色光源と、単一の波長を選択的に抽出する波長選択手段(バンドパスフィルタ)と、抽出された光を均一にする手段と、照明光の強度を制御する強度制御手段とを備えている。なお、波長選択手段は複数のバンドパスフィルタを備えており、光路に挿入するバンドパスフィルタを交換することで、複数の波長帯を抽出することができる。また、光源として水銀ランプを用いれば、波長選択手段でG線やH線といった輝線スペクトルを抽出することで単色性に優れた照明が可能となる。

10

【0017】

凹面鏡12aの焦点面に配置された照明装置11の射出部から照射された光は、凹面鏡12aによって平行光束(テレセントリックな光束)となり、ステージ10によって支持されたウェハ13の表面を均一な角度条件で照明する。このウェハ13からの反射光は、凹面鏡12bを介して撮像装置14に入射させられている。これにより、この撮像装置14によって、ウェハ13による反射像をウェハ13の表面全域にわたって同等の角度条件で照明および撮影することができる。撮像装置14で得られた画像信号に基づいて、画像処理部15により、ウェハ全面に対応する画像データが形成され、形成された画像データは画像記憶部17に保持される。

20

【0018】

上述した照明装置11の波長選択手段および強度制御手段と、撮像装置14および画像処理部15とは、測定制御部16からの指示に応じて、それぞれ波長選択動作、照明強度制御動作、撮像動作および画像データ形成動作を実行する。これにより、例えば、照明装置11から射出する光の波長を切り替え、それぞれの波長(1、2、・・)の光でウェハ13を照明したときの反射像を撮像装置14によって撮影し、対応する画像データを取得することができる。

30

【0019】

このようにして、複数の波長の照明光のもとで撮像装置14および画像処理部15によって取得された反射像に対応する画像データは、照明光の波長に対応して画像記憶部17に順次に保持され、フィッティング計算部20の処理に供される。

【0020】

また、図1に示した測定条件保持部18には、上述した照明装置11および凹面鏡12a, 12bの配置によって決定されるウェハ13への照明光の入射角や照明装置11から射出する照明光の分光強度(波長ごとの強度)および撮像装置14の分光感度(波長ごとの感度)を含む測定条件情報とともに、ウェハ13の基材(例えば、Si)および薄膜の各波長についての複素屈折率とが格納されている。

40

【0021】

ウェハ13の基材(例えば、Si)の各波長についての複素屈折率と、このウェハ13の基材上に形成された単層の薄膜を構成する物質の各波長についての複素屈折率とは、例えば、エリプソメトリを利用した屈折率計測装置などによって、ウェハ13の少なくとも一つの基準点(例えば、ウェハ13の中心位置)について測定を行うことで、予め特定しておくことができる。そして、このようにして特定された各波長についての複素屈折率と照明光のウェハ13への入射角とに基づいて、反射率データ算出部19により、図1に示した照明装置11による照明で実現される角度条件において、ウェハ13の基材上に様々な膜厚の薄膜を形成した際に、薄膜表面および裏面からの反射光の干渉を含んだ反射率を算出

50

しておくことができる。

【0022】

例えば、上述した角度条件に対応する薄膜干渉式に、ウェハ13の基材(例えばシリコン)と単層膜の材質(例えば、二酸化珪素: SiO_2)との複素屈折率を代入し、膜厚1070nmから1370nmの範囲について、例えば、10nm刻みで膜厚を変化させ、照明光をH線(波長405nm), G線(436nm)およびE線(546nm)とした際の反射率を計算し、計算結果をフィッティング計算部20の反射率テーブル21に保持することができる。図2に、波長405nm, 436nmおよび546nmの照明光について、横軸で示される膜厚の二酸化ケイ素薄膜からの反射率を計算して得られた反射率曲線を、それぞれ太い実線、太い破線および細い一点鎖線で示す。

10

【0023】

更に、上述した少なくとも一つの基準点における薄膜の幾何膜厚を、例えば、別に用意された膜厚測定機などによって測定しておき、これらの測定結果を膜厚データ保持部26に保持して、反射率に基づく膜厚計測の補正に用いることができる。

【0024】

以下、フィッティング計算部20によって行われるフィッティング計算処理について説明する。

【0025】

上述したように、照明側と撮像側との双方がテレセントリックとなっている光学系では、撮影対象であるウェハ13の反射像の全領域について、上述した反射率曲線の算出に用いられた角度条件を適用した薄膜干渉式を適用することができる。したがって、以下に述べるようにして、画像記憶部17に各波長に対応して保持された反射像に含まれる各画素の階調値で示される反射率の組み合わせを与えるような膜厚を、反射率テーブル21に基づいて探索するフィッティング処理を行うことにより、反射像に捉えられたウェハ13上の各位置についての膜厚を求めることができる。

20

【0026】

図3に、フィッティング計算処理を表す流れ図を示す。

【0027】

まず、反射率算出部22により、画像記憶部17に保持された反射像に含まれる基準位置の画素の階調値と測定条件保持部18に保持された照明光の分光強度および撮像装置14の分光感度(波長ごとの感度)に基づいて、反射像の撮影の際に選択された照明光の波長(1, 2, ...)についての基準位置での反射率($R(1), R(2), \dots$)が算出される(ステップS1)。

30

【0028】

次に、補正值算出部24は、ステップS1で算出した反射率を与える推定膜厚を反射率テーブル21から探索し、得られた推定膜厚と膜厚データ保持部26に保持された実測膜厚とから、波長ごとに補正值を算出する(ステップS2)。補正值算出部24は、例えば、図4に示すように、波長1(例えば、405nm:菱形()を結んだグラフ))に対応する反射率曲線と基準点における波長1の実際の反射率を示す直線との交点に対応する膜厚候補(例えば、C1～C4)を見つけ、これらの膜厚候補の中から最も幾何膜厚の実測値 t に近いものとこの実測値 t との差をその波長の反射率から膜厚を決定する場合の補正值 t_1 とすることができます。照明波長を切り換えて、同様にして、補正值算出部24は、各波長に対応する補正值 t を算出する。なお、図4において三角()を結んだグラフはE線(波長546nm)を示し、四角()を結んだグラフはG線(波長436nm)を示し、菱形()を結んだグラフはH線(波長405nm)を示している。

40

【0029】

次に、反射率算出部22は、画像記憶部17に照明光の波長ごとに保持された反射像に含まれる各画素の階調値に基づいて、上述したステップS1と同様にして、それぞれの波長の反射率を算出し(ステップS3)、候補抽出部23の処理に供する。

【0030】

50

候補抽出部 23 では、上述したステップ S2 と同様に、各波長について算出された反射率と対応する波長について反射率テーブル 21 に保持された反射率データで示される反射率曲線との交点を求めることにより、波長ごとに少なくとも一つの膜厚候補を抽出する(ステップ S4)。

【0031】

このようにして抽出された膜厚候補は、補正処理部 25 により、上述した各波長対応の補正值を用いて補正された後に(ステップ S5)、誤差演算部 27 に渡される。

【0032】

図 1 に示した誤差演算部 27 には、補正処理部 25 から、例えば、各波長(1, 2, 3, ...)に対応して、それぞれ要素数 k_1, k_2, k_3, \dots の膜厚候補の集合 $\{C(1)_1, \dots, C(1)_{k_1}\}, \{C(2)_1, \dots, C(2)_{k_2}\}, \{C(3)_1, \dots, C(3)_{k_3}\}, \dots$ が渡される。この場合に、誤差算出部 27 は、各集合から一つずつの要素をとる場合の考えられる全ての組み合わせについて、それぞれの組み合わせで各集合から選択された膜厚候補 (C_1, C_2, C_3, \dots) を用いて式(1)で表される誤差 E を算出する(ステップ S6)。

【0033】

$$E = (C_1 - C_2)^2 + (C_2 - C_3)^2 + (C_3 - C_1)^2 + \dots \quad \dots \quad (1)$$

例えば、3 つの異なる波長の照明光(H 線、G 線および E 線)によって撮影された反射像の注目画素に対応する反射率に基づいて、図 5 に示すように、それぞれ 4 つの膜厚候補 ($C_{i1}, C_{i2}, C_{i3}, C_{i4}$) ($i = H, G, E$) が得られた場合に、誤差演算部 27 により、これらの組み合わせとして考えられる 4^3 (= 64) 通りの組み合わせについて、上述した式(1)を用いて誤差が算出される。

【0034】

図 1 に示した決定処理部 28 は、上述した誤差演算部 27 による演算結果を受け取り、最も誤差の値が小さい膜厚候補の組み合わせを検出し、例えば、この組み合わせに含まれる膜厚候補の平均値を反射率から求めた膜厚測定値として特定する(ステップ S7)。図 5 に示した例では、太枠で囲んだ膜厚候補 (C_{H1}, C_{G2}, C_{E2}) の組み合わせについての誤差が最も小さいので、決定処理部 28 は、これらの膜厚候補の平均値(1120 nm)を膜厚測定値として、反射像における画素位置に対応して膜厚データ保持部 26 に保持する。

【0035】

上述したステップ S3 からステップ S7 の処理を反射像に含まれる各画素について繰り返し、ウェハ 13 の反射像に含まれるすべての画素に対応して膜厚測定値が得られたとき(ステップ S8 の肯定判定)、膜厚データ保持部 26 に保持された膜厚分布に基づいて、検証処理部 29 により、膜厚分布の連続性の検証処理が行われる(ステップ S9)。

【0036】

まず、検証処理部 29 は、例えば、ウェハ 13 の反射像に含まれる座標 (x_i, y_i) で示される注目画素に対応して得られた膜厚測定値 $t(x_i, y_i)$ と、周囲の画素に対応して得られた膜厚測定値との差をそれぞれ求める。

【0037】

次いで、周囲の膜厚測定値と注目画素に対応する膜厚測定値との差をそれぞれ所定の閾値と比較し、閾値以下である場合に、検証処理部 29 は、注目画素に対応する膜厚測定値は周囲の膜厚測定値との連続性を有していると判断し、検証処理を終了する。

【0038】

一方、検証処理部 29 は、例えば、注目画素の膜厚測定値とその周囲の少なくとも一つの画素に対応する膜厚測定値との差が上述した閾値を超えていた場合に、注目画素からかけ離れた異常値となっていると判断し、膜厚測定値の修正処理を行う。

【0039】

この場合に、検証処理部 29 は、例えば、上述したステップ S7 で検出された組み合わ

10

20

30

40

50

せの次に誤差演算部 27 で得られた誤差が小さい組み合わせを検出し、この組み合わせに含まれる膜厚候補の平均値を用いて膜厚測定値を修正し、再び、周囲の画素に対応する膜厚測定値との連続性を検証することができる。

【0040】

このようにして修正した膜厚測定値と、周囲の画素に対応する膜厚測定値との差が上述した閾値以下となった場合に、検証処理部 29 は、修正された膜厚測定値を膜厚データ保持部 26 に書き込んで検証処理を終了する。

【0041】

上述した手順を全ての画素について繰り返すことにより、画素ごとに個別にフィッティング処理を行って得られた膜厚データを近傍の画素に対応する結果に基づいて検証し、異常値を検出して補正することができる。

10

【0042】

このような検証処理が完了した後に、図 3 のステップ S10 において、膜厚データ保持部 26 に保持された、異常値を補正済みの膜厚データを出力することにより、ウェハ 13 全面に対応する膜厚分布を利用者に提供することができる。

20

【0043】

上述したように、図 1 に示した各部を備えた検査装置では、各照明波長について、測定対象のウェハ 13 全面に対応する反射像を一括して取得しているので、膜厚の算出に必要な反射率データを短時間で取得することができる。したがって、本発明にかかる検査装置は、非常に短い時間でウェハ全面の膜厚分布を測定することができ、ウェハの全数検査などにも適用可能である。

20

【0044】

また、上述した検査装置では、基準点において実測された幾何膜厚を基準として、反射像に含まれる各画素に対応するウェハ 13 上の各微小領域における膜厚を測定することができる。ウェハ全面に渡る膜厚の変動はもちろん、局所的な膜厚変動も検出することができる。特に、各画素に対応して求めた膜厚データを、近傍の画素に対応する膜厚データに基づいて検証し、異常値を補正することにより、取得した反射像に含まれているノイズの影響を抑えて、高い精度で各層の膜厚を求めることができる。

30

【0045】

なお、測定対象のウェハ 13 上に形成されている膜厚の変動幅が小さいことが予め分かっている場合には、適切に選択した波長の照明光の下で取得した 1 つの反射像に基づいて、ウェハ 13 全面の膜厚分布を求めることができる。

【0046】

例えば、図 2 あるいは図 4 において太い破線で示したように、G 線についての反射率曲線は、 SiO_2 膜の膜厚が $1100 \text{ nm} \sim 1170 \text{ nm}$ まで変化する区間や $1180 \text{ nm} \sim 1220 \text{ nm}$ まで変化する区間などでは、膜厚の変化に対する反射率の変化が大きい。したがって、測定対象の膜厚が、このような範囲であることが分かっている場合には、G 線によってウェハ 13 を照明して得られた反射像に基づいて、高い精度で膜厚分布を測定することができる。この場合は、基準点での幾何膜厚の測定結果に基づいて特定された区間において、G 線についての反射率曲線と反射像に含まれる各画素の階調値から求めた反射率との交点を求める処理によって膜厚を特定することができるので、膜厚分布を算出する処理を大幅に高速化することができる。

40

【0047】

一方、G 線についての反射率曲線において膜厚の変化に対する反射率の変化が小さい区間(例えば、膜厚 $1240 \text{ nm} \sim 1260 \text{ nm}$ の区間など)で測定対象の膜厚が変化することが予想される場合には、この区間において反射率の変化が大きい H 線や E 線を照明光として取得した反射像を膜厚測定に用いることができる。このように、照明装置 11 に備えられた波長選択手段により、照明光の波長を切り替えて反射像を取得することにより、様々な範囲の膜厚の測定を実現することができる。

50

【0048】

また、図3に示した流れ図を用いて説明したように、異なる波長の照明光の下で取得した複数の反射像から各波長についての反射率を求めてフィッティング処理を行うことにより、より高精度で膜厚分布を求めることができる。また、反射像を取得する際に変える光学条件は、上述した波長に限らず、測定対象のウェハへの照明光の入射角や偏光でも良いし、また、これらの組み合わせでも良い。例えば、照明光の偏光を切り替えて反射像の取得を行う場合には、P偏光とS偏光についての薄膜干渉式に基づいて、それぞれ反射率曲線を求めておき、照明光の偏光を切り替えて取得した反射像とこれらの反射率曲線とを膜厚の算出に利用することもできる。

【0049】

また、上述したように、基準点における幾何膜厚の実測値とこの基準点における反射率から求めた推定膜厚とに基づいて波長ごとに求めた補正值を用いて、反射率から推定される膜厚を補正することで、一層の精度の向上を図ることができる。また、複数の基準点における幾何膜厚の実測値とこれらの基準点における反射率から求めた推定膜厚とに基づいて波長ごとに補正值を求めることにより、更なる精度の向上を実現することができる。

10

【0050】

また、同一の光学条件(例えば、同一の波長および変更による照明)で同一の測定対象のウェハ13について複数の反射像を取得し、これらの反射像に含まれる各画素の階調値の平均値に基づいて、各画素に対応するウェハ13の微小領域の反射率を求めることもできる。このようにして各画素に対応する反射率を求めることにより、個々の反射像を取得する際のノイズの影響を抑えて、高い精度で反射率を求めることができるので、膜厚分布の推定精度の向上を図ることができる。

20

【0051】

また、照明装置11に備えられた強度制御手段により、波長選択手段で選択された波長の照明光の強度を、反射率の算出に適切な大きさとなるように調整することもできる。例えば、選択された波長に対応する最大の反射率でウェハ13から反射された光の強度が撮像装置14の最大の階調値に対応する強度を超えないように、また、光の強度が階調値に変換される際の量子化誤差をできるだけ小さくするように照明光の強度を制御することにより、反射率の測定精度を向上することができる。

30

【0052】

一方、各波長の反射率曲線において、図5に破線で囲んで示したように、膜厚の変化に対する反射率の変化が小さい区間に検出された膜厚候補を、図3のステップS6における誤差の算出対象から外し、誤差の算出を行う膜厚候補の組み合わせを削減して、膜厚の特定に要する計算量の削減を図ることもできる。また、このようにして、ノイズの影響を受けやすい膜厚候補を誤差の算出対象からはずしたことにより、反射像に含まれるノイズの影響を低減して、膜厚の推定精度を向上することができる。

40

【0053】

また、不図示の記憶部に膜厚の上限値・下限値・変動幅等の許容値を記憶しておき、検出された膜厚と許容値とを比較して膜の良否を判断することもできる。また、不図示の表示部を備え、その表示部に膜厚変化を3次元表示または、膜厚に応じて表示色を変えた2次元表示を行うことができる。なお、表示部による3次元あるいは2次元表示で許容値を超えた部分を許容値内の部分と表示色もしくは点滅等で識別可能に表示することができる。また、3次元表示または2次元表示と許容値とを同一画面に表示させることで比較可能とすることができる。

40

【0054】

上述した精度向上技術のいくつかを互いに組み合わせて適用することもできる。

【0055】

本出願人は、シリコンを基材とするウェハにi線用、ArF用および液浸ArF用のレジスト膜を形成したウェハについて、図1に示した検査装置によって取得した反射像から求めた膜厚分布と、ウェハの直径上の各点について別の膜厚計測装置を用いて測定した膜厚測定データとを比較する実験を行っている。この実験の結果、i線用、ArF用のレジ

50

スト膜について図1に示した検査装置で得られた膜厚分布と上述した膜厚計測装置で得られた測定結果とが非常に高い相関を持つことが確認された。上述した実験では、図1に示した検査装置によって得られたi線用のレジスト膜(膜厚の変動範囲:1262nm~1276nm)およびArF用のレジスト膜(膜厚の変動範囲:326nm~338nm)について得られた膜厚分布と別の膜厚測定装置によって得られた膜厚測定データとはほぼ一致しており、両者の差は最大でも2nm以内に収まっていた。

【0056】

このように、図1に示した検査装置により、極めて高い精度で膜厚を測定することが可能であるので、単層膜の膜厚の厳密な管理などにも十分に適用可能である。

【0057】

図1に基本構成を示した検査装置は、例えば、i線用やArF用のレジストの膜厚を1nm単位で管理するための技術など、近年、ますます厳密さが要求される半導体製造分野の工程管理技術の実現に大きく寄与することができる。

【図面の簡単な説明】

【0058】

【図1】検査装置の実施形態を示す図である。

【図2】膜厚と各波長の反射率との対応関係を示す図である。

【図3】フィッティング計算処理を表す流れ図である。

【図4】補正值の算出を説明する図である。

【図5】膜厚候補の例を示す図である。

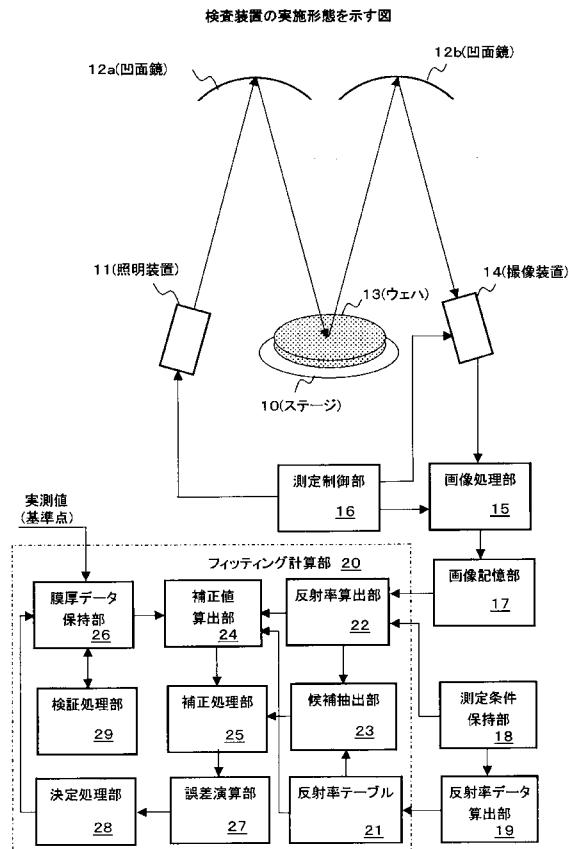
【図6】誤差算出を説明する図である。

【符号の説明】

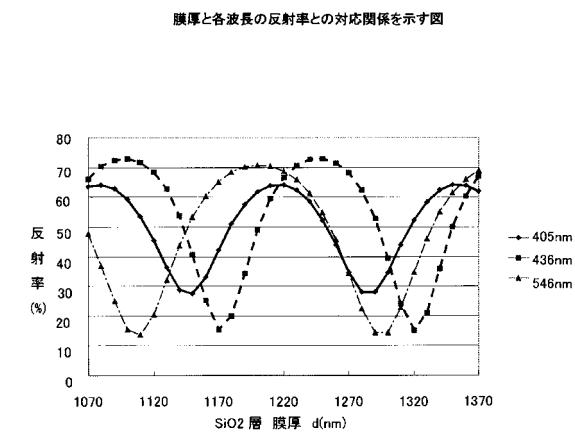
【0059】

10...ステージ、11...照明装置、12a, 12b...凹面鏡、13...ウェハ、14...撮像装置、15...画像処理部、16...測定制御部、17...画像記憶部、18...測定条件保持部、19...反射率データ算出部、20...フィッティング計算部、21...反射率テーブル、22...反射率算出部、23...候補抽出部、24...補正值算出部、25...補正処理部、26...膜厚データ保持部、27...誤差演算部、28...決定処理部、29...検証処理部。

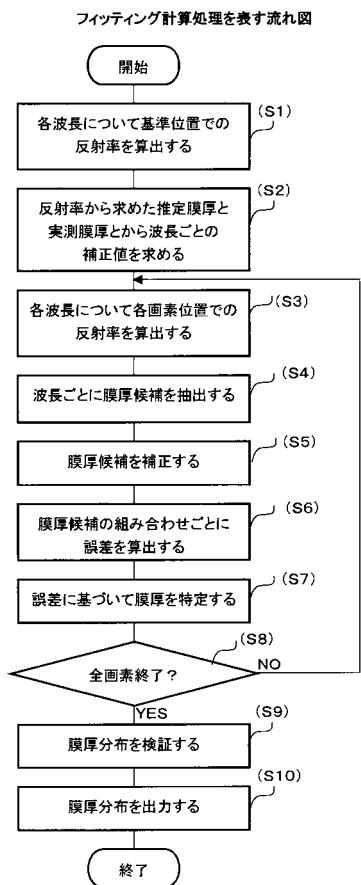
【図1】



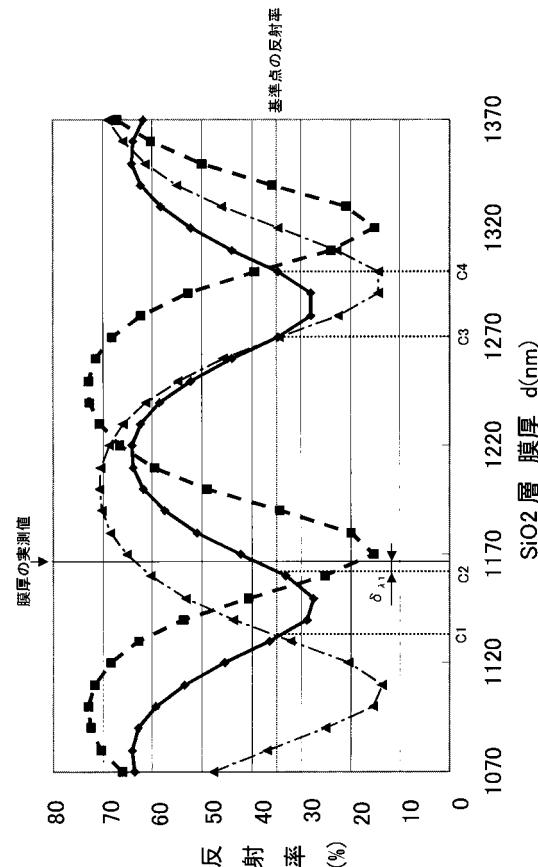
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

波長	候補1	候補2	候補3	候補4
405nm(H線)	C _{H1} :1120n	C _{H2} :1174n	C _{H3} :1260n	C _{H4} :1312n
436nm(G線)	C _{G1} :1075n	C _{G2} :1121n	C _{G3} :1222n	C _{G4} :1271n
546nm(E線)	C _{E1} :1095n	C _{E2} :1119nm	C _{E3} :1285n	C _{E4} :1301n

【図6】

