

(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2010-48665

(P2010-48665A)

(43) 公開日 平成22年3月4日 (2010.3.4)

(51) Int.Cl.
G 0 1 B 11/06 (2006.01)F 1
G 0 1 B 11/06 Zテーマコード (参考)
2 F 0 6 5

審査請求 未請求 請求項の数 12 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2008-212966 (P2008-212966)
(22) 出願日 平成20年8月21日 (2008.8.21)(71) 出願人 000006013
三菱電機株式会社
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(74) 代理人 100103894
弁理士 冢入 健
(74) 代理人 100129953
弁理士 岩瀬 康弘
(74) 代理人 100144428
弁理士 須藤 雄一郎
(72) 発明者 青木 理
熊本県合志市御代志997番地 メルコ・
ディスプレイ・テクノロジー株式会社内
Fターム (参考) 2F065 AA30 BB22 CC31 FF44 HH13
JJ09 LL21 QQ08 QQ23 QQ25
QQ29 RR06

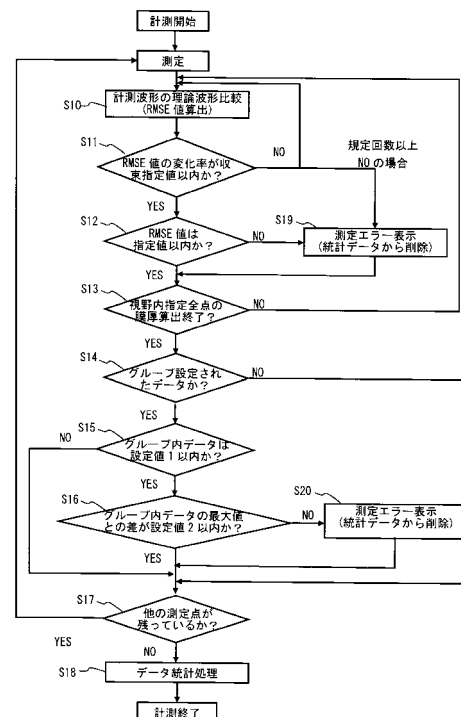
(54) 【発明の名称】 膜厚測定装置及び膜厚測定方法

(57) 【要約】

【課題】測定の信頼性を向上することができる膜厚測定方法を提供すること。

【解決手段】本発明の一態様に係る膜厚測定方法は、被測定基板に光を照射し、被測定基板からの反射光を分光し、分光された光を検出して、検出した光の強度に応じた信号を出力し、出力される前記信号と理論波形との誤差に基づいて、薄膜の膜厚を算出し、測定点をグルーピングし、同一グループとしてグルーピングされた複数の測定点の測定データ内で、薄膜の膜厚及び誤差の少なくとも一方に応じて、その一部を測定エラーとして判定し、測定エラーとして判定された測定データを、統計処理を行うための統計データから除き統計処理を行う。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

被測定基板に設けられた薄膜の膜厚を測定する膜厚測定装置であって、
前記被測定基板に光を照射する光学系と、
前記被測定基板からの反射光を分光する分光部と、
前記分光部により分光された光を検出して、検出した光の強度に応じた信号を出力する光検出部と、

前記光検出部によって出力される前記信号と理論波形との誤差に基づいて、前記薄膜の膜厚を算出する情報処理部とを備え、

前記情報処理部は、

測定点をグルーピングするグルーピング手段と、

同一グループとしてグルーピングされた複数の測定点の測定データ内で、前記薄膜の膜厚及び前記誤差の少なくとも一方に応じて、その一部を測定エラーとして判定する判定手段と、

前記測定エラーとして判定された測定データを、統計処理を行うための統計データから除き、統計処理を行う統計処理手段と、

を備える膜厚測定装置。

10

【請求項 2】

前記情報処理部は、

同一グループとしてグルーピングされた複数の測定点の測定データ内で、前記測定エラーを決定するための対象数値範囲及びバラツキ範囲許容設定値を設定する設定手段をさらに備え、

前記判定手段は、前記複数の測定点の測定データのうち、前記対象数値範囲内に含まれる被判定データであって、前記被判定データ以外で最も異なる測定データとの差が、前記バラツキ範囲許容設定値よりも大きいものを前記測定エラーとして判定することを特徴とする請求項 1 に記載の膜厚測定装置。

20

【請求項 3】

前記薄膜は、局所的に膜厚が異なるものであり、

前記グルーピング手段は、前記膜厚が略等しい領域に対応する測定点を同一グループとして設定することを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の膜厚測定装置。

30

【請求項 4】

前記判定手段は、同一グループの複数の測定点の測定データ内で、誤差収束値が最小となるもの以外の少なくとも一部を測定エラーとして判定することを特徴とする請求項 1 に記載の膜厚測定装置。

【請求項 5】

前記薄膜は、局所的に膜厚が異なるものであり、

前記グルーピング手段は、前記薄膜の膜厚が厚い領域から薄い領域にわたって略一列に配置された測定点を同一グループとして設定することを特徴する請求項 1 又は 4 に記載の膜厚測定装置。

40

【請求項 6】

前記複数の測定点の測定データのそれぞれの誤差収束値の上限値を設定する上限値設定手段を備え、

前記判定手段は、前記誤差収束値の上限値よりも大きい測定データを測定エラーとして判定することを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の膜厚測定装置。

【請求項 7】

被測定基板に設けられた薄膜の膜厚を測定する膜厚測定方法であって、

前記被測定基板に光を照射するステップと、

前記被測定基板からの反射光を分光するステップと、

分光された光を検出して、検出した光の強度に応じた信号を出力するステップと、

出力される前記信号と理論波形との誤差に基づいて、前記薄膜の膜厚を算出するステッ

50

ブと、

測定点をグルーピングし、同一グループとしてグルーピングされた複数の測定点の測定データ内で、前記薄膜の膜厚及び前記誤差の少なくとも一方に応じて、その一部を測定エラーとして判定するステップと、

前記測定エラーとして判定された測定データを、統計処理を行うための統計データから除き、統計処理を行うステップと、

を含む膜厚測定方法。

【請求項 8】

同一グループとしてグルーピングされた複数の測定点の測定データ内で、前記測定エラーを決定するための対象数値範囲及びバラツキ範囲許容設定値を設定するステップと、

前記複数の測定点の測定データのうち、前記対象数値範囲内に含まれる被判定データであって、前記被判定データ以外で最も異なる測定データとの差が、前記バラツキ範囲許容設定値よりも大きいものを前記測定エラーとして判定するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 7 に記載の膜厚測定方法。

【請求項 9】

前記薄膜は、局所的に膜厚が異なるものであり、

前記膜厚が略等しい領域に対応する測定点を同一グループとして設定することを特徴とする請求項 7 又は 8 に記載の膜厚測定方法。

【請求項 10】

同一グループの複数の測定点の測定データ内で、誤差収束値が最小となるもの以外の少なくとも一部を測定エラーとして判定することを特徴とする請求項 7 に記載の膜厚測定方法。

【請求項 11】

前記薄膜は、局所的に膜厚が異なるものであり、

前記薄膜の膜厚が厚い領域から薄い領域にわたって略一列に配置された測定点を同一グループとして設定することを特徴する請求項 7 又は 10 に記載の膜厚測定方法。

【請求項 12】

前記複数の測定点の測定データのそれぞれの誤差収束値の上限値を設定するステップを含み、

前記誤差収束値の上限値よりも大きい測定データを測定エラーとして判定することを特徴とする請求項 7 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の膜厚測定方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、膜厚測定装置及び膜厚測定方法に関し、特に、光干渉式の膜厚測定装置及び膜厚測定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、液晶を用いた表示素子は、CRT に代わるフラットパネルディスプレイの 1 つとして、低消費電力や薄型であるという特徴を活かした製品への応用が盛んになされている。液晶を用いた表示素子には、単純マトリクス型液晶表示装置と、TFT をスイッチング素子として用いる TFT-LCD がある。携帯性、表示品位の点で CRT や単純マトリクス型液晶表示装置よりも優れた特徴を持つ TFT-LCD がノート型パソコンなどに広く実用化されている。

【0003】

TFT-LCD では、一般に TFT アレイ基板と対向基板との間に液晶層が挟持されている。TFT アレイ基板には、TFT がマトリクス状に形成されている。このような TFT アレイ基板及び対向基板の外側にはそれぞれ偏光板が設けられている。さらに、一方の側には、バックライトが設けられている。このような構造によって、良好なカラー表示が得られる。

10

20

30

40

50

【 0 0 0 4 】

しかしながら、T F T - L C Dでは、半導体技術を用いてT F Tをガラス基板上にマトリクス状に形成したT F Tアレイ基板を作成する必要があり、多くの工程数を必要とする。このため、各種の欠陥や不良が発生しやすく歩留の低下を招くとともに、製造に必要な装置数が多くなり製造コストが高くなるという問題がある。

【 0 0 0 5 】

このような問題を解決する方法として、T F Tアレイ基板を4回のフォトリソグラフィープロセスで形成するアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造方法が行われている。この製造方法では、スイッチング素子であるT F Tのチャンネル部を形成する際、半透過性の露光マスクであるグレートンマスク又はハーフトンマスクを用いて露光を行う。これにより、図6 (a) に示すような、レジスト形状を形成することができる。詳細には、チャンネル部上のレジストの膜厚が他より薄くなるようなレジスト形状となる。

【 0 0 0 6 】

このようなレジストが形成された状態で、最初にレジストで覆われていない部分のエッチングを行い、電極層と半導体層をパターニングする。その後、レジストアッシング処理などでレジストの膜厚を減じ、他より薄いチャンネル部のみレジストがなくなった状態でアッシング処理を停止する。そして、チャンネル部の形成を行うことで、半導体膜の形成とソース・ドレイン電極の形成が1露光プロセスで可能となり、全体では4露光プロセスでアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造が可能となる。

【 0 0 0 7 】

ここで、チャンネル部上の他より薄いレジストの仕上がり膜厚は非常に重要であり、仕上がり規格管理を厳密に行う必要がある。なぜならば、チャンネル部上のレジストの膜厚が厚すぎると既定のアッシング時間でチャンネル部のレジストが除去できない。このため、T F Tを形成することができず、表示欠陥となり不良が発生する。また、チャンネル部上のレジストの膜厚が薄すぎると、既定のアッシング時間でレジストが除去されすぎる。このため、チャンネルの幅が設計値よりも広くなり、設計値どおりのT F T特性を達成することができず、表示不良となる。

【 0 0 0 8 】

よって、チャンネル部のレジスト膜厚は、他のレジスト膜厚が厚い部分との比が略一定で、面内の均一性がよいことが必須である。これらの理由によりグレートンマスク又はハーフトンマスクを用いた露光現像後のレジスト膜厚測定は非常に重要な検査項目となっている。

【 0 0 0 9 】

最近、薄膜の膜厚や屈折率の測定には、一般的に二次元反射光度計の原理によるものが広く用いられている。これは、非接触、非破壊で、多層膜の膜厚や屈折率が測定でき、被測定基板に特別な準備や加工処理が不要であることから検査スピードと信頼性の点で有利であるからである。

【 0 0 1 0 】

通常、レジストなどの膜厚測定に一般的に使われている二次元反射光度計の構成が、特許文献1の図1 A、図1 Bに示されている。このような構成の二次元反射光度計では、光を被測定基板に照射し、被測定基板からの反射光を受ける対物レンズの視野径及び光路途中の光検出孔によってその測定対象領域が決定される。高倍になればなるほど視野径は小さくなり、光量も減少し、検出ノイズが増える。このため、視野径は約 $4 \mu\text{m} \sim 20 \mu\text{m}$ ϕ が実質的な限界である。

【 0 0 1 1 】

一方、先述したような、4回のフォトリソグラフィープロセスで形成するアクティブマトリクス型液晶表示装置の製造工程における、チャンネル部のグレートンマスク又はハーフトンマスクを用いた露光現像後のレジスト膜厚測定では、約 $0.2 \sim 0.5 \mu\text{m}$ ϕ の狭い領域の測定が要求される。このような要求に対して、被測定基板に光を照射し、その反射光を分光フィルターによって各波長ごとに切替えてC C Dで受光し、その信号を演

10

20

30

40

50

算処理することによって、約 $0.2 \sim 0.5 \mu\text{m}$ の狭い領域の測定ができる二次元反射光度計の構成が、特許文献 1 の図 5 に示されている。

【特許文献 1】特表 2005-505347 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

しかし、このような二次元反射光度計をもってしても以下のような問題点を有する。まず、約 $0.2 \sim 0.5 \mu\text{m}$ の狭い領域の測定を指定するためには、測定点の位置合わせ（アライメント）が重要となる。登録した画像と測定ポイントの画像を画像認識技術でアライメントする方式では、アライメント精度が $0.5 \sim 1 \mu\text{m}$ であるため、測定ポイントの位置ずれが生じる。また、チャンネル部の両端のエッジをその光学濃度から検出し、検出した両端の中心をチャンネル中心部とする機能もある。しかし、図 6 (a) に示すように、チャンネル部の両端のエッジはなだらかな曲線状となっているため、エッジの検出は非常に困難であり、実質的に機能しないことが多い。このため、設定した測定ポイントがずれ、微小領域を位置精度よく測定できないという問題点があった。

10

【0013】

また、図 6 (a) に示すレジストは、先述のように、半透過性の露光マスクであるグレー-tonマスク又はハーフ-tonマスクを用いて減光することにより形成される。特に、グレー-tonマスクは、露光装置の光学解像性能以下のスリットパターンで干渉させて光学像をぼかして適性露光量の数割の光で露光し、現像している。このため、レジスト表面は微視的には荒れて凹凸ができており、反射光が散乱されやすい。また、チャンネル部上のレジストそのものの形状も先述のように図 6 (a) に示すようななだらかな曲面を形成しており、レジストの上面と下面それぞれからの反射光の方向が一致しない割合が多く、干渉で得られる信号強度が少なくなるという問題を有する。

20

【0014】

このため、図 5 (a) に示す平坦なレジストでは、図 5 (b) に示すように、測定により得られた干渉波形（測定波形）と干渉波形（理論波形）とがほぼ一致するのに対し、図 6 (a) に示すレジストでは、図 6 (b) に示すように、測定波形が理論計算から求められる理論波形に比較して崩れた波形となることが非常に多い。このため、入射光と反射光の測定波形と理論計算から求められる理論波形とを非線形誤差最小化法で比較する際に、測定できない、又は、他の膜厚数値を誤って判定するなどの不具合を生じていた。

30

【0015】

また、従来の測定結果に対する判定方法について、図 7 に示す。図 7 に示すように、従来の判定方法では、同一視野内で指定された複数の測定点に対し、測定波形と理論波形とを比較し、二乗平均平方根誤差（RMSE: Root Mean Square Error）の最小化法で反復的に演算してそれぞれの膜厚を算出する（S1）。RMSE 値の変化率が規定回数以内に収束値指定値以内とならなければ（S2）、測定エラーとして表示する（S3）。また、収束した RMSE 値が指定値以内とならなければ（S4）、同様に測定エラーとして表示する（S3）。

40

【0016】

その後、同一視野内で指定された全点の膜厚算出が終了すると（S5）、基板上の測定位置が異なる他の測定点が残っているか否かを判断し（S6）、全ての測定点について上記の処理を行う。そして、測定エラーとなった測定点の測定結果は、最大、最小、平均、均一性、標準偏差などの統計処理を行うための統計データから削除し、RMSE 値の変化率が収束指定値以内の測定点の測定結果を用いてデータ統計処理を行う（S7）。しかし、従来の方法では、上述のような状況に対しては、何ら対処されておらず、測定結果の信頼性が不十分であった。

【0017】

本発明は、このような問題を解決するためになされたものであり、本発明の目的は、微小領域で薄膜の表面がうねっている部分や、微細な表面荒れがある部分が存在する場合で

50

も、測定の信頼性を向上することができる膜厚測定装置及び膜厚測定方法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】

【0018】

本発明の一態様に係る膜厚測定装置は、被測定基板に設けられた薄膜の膜厚を測定する膜厚測定装置であって、前記被測定基板に光を照射する光学系と、前記被測定基板からの反射光を分光する分光部と、前記分光部により分光された光を検出して、検出した光の強度に応じた信号を出力する光検出部と、前記光検出部によって出力される前記信号と理論波形との誤差に基づいて、前記薄膜の膜厚を算出する情報処理部とを備え、前記情報処理部は、測定点をグルーピングするグルーピング手段と、同一グループとしてグルーピングされた複数の測定点の測定データ内で、前記薄膜の膜厚及び前記誤差の少なくとも一方に応じて、その一部を測定エラーとして判定する判定手段と、前記測定エラーとして判定された測定データを、統計処理を行うための統計データから除き、統計処理を行う統計処理手段とを備えるものである。

10

【0019】

本発明の一態様に係る膜厚測定方法は、被測定基板に設けられた薄膜の膜厚を測定する膜厚測定方法であって、前記被測定基板に光を照射するステップと、前記被測定基板からの反射光を分光するステップと、分光された光を検出して、検出した光の強度に応じた信号を出力するステップと、出力される前記信号と理論波形との誤差に基づいて、前記薄膜の膜厚を算出するステップと、測定点をグルーピングし、同一グループとしてグルーピングされた複数の測定点の測定データ内で、前記薄膜の膜厚及び前記誤差の少なくとも一方に応じて、その一部を測定エラーとして判定するステップと、前記測定エラーとして判定された測定データを、統計処理を行うための統計データから除き、統計処理を行うステップとを含む。

20

【発明の効果】

【0020】

本発明によれば、微小領域で薄膜の表面がうねっている部分や、微細な表面荒れがある部分が存在する場合でも、測定の信頼性を向上することができる膜厚測定装置及び膜厚測定方法を提供することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

30

【0021】

以下、本発明を適用可能な実施の形態について説明する。以下の説明は、本発明の実施形態を説明するものであり、本発明が以下の実施形態に限定されるものではない。説明の明確化のため、以下の記載及び図面は、適宜、省略及び簡略化がなされている。

【0022】

TFTアレキ基板を4回のフォトリソグラフィプロセスで形成するアクティブマトリックス型液晶表示装置の製造方法において、TFTチャネル部などに半透過性露光マスクであるグレートンマスク又はハーフトンマスクを用いて露光現像するような場合、基板上に微小領域で薄膜の表面がうねっている部分や、微細な表面荒れがある部分を含むレジストが形成される。このレジストの膜厚を測定すると、干渉で得られる信号強度が少なくなり、測定の結果得られた干渉波形が理論計算から求められる理論波形に比較して崩れた波形となる。このため、ある特定の膜厚範囲の測定波形が、別の膜厚の理論波形と似通っており、非線形誤差の最小化法で比較して膜厚を算出すると、別の膜厚の理論波形との誤差の方が小さくなり、誤った測定結果を出すことを本発明者は見出した。

40

【0023】

本発明では、測定点をグルーピングする機能と、同一グループとしてグルーピングされた複数の測定点の測定データ内で、前記薄膜の膜厚及び前記誤差の少なくとも一方に応じて、その一部を測定エラーとして判定し、測定エラーとして判定された測定データを、統計処理を行うための統計データから除く処理を追加した。以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

50

【 0 0 2 4 】

実施の形態 1 .

本発明の実施の形態に係る膜厚測定装置について、図 1 を参照して説明する。図 1 は、本実施の形態に係る膜厚測定装置 1 0 の構成を示す図である。図 1 に示すように、膜厚測定装置 1 0 は、ステージ 1 1、光源ランプ 1 2、半透過ミラー 1 3、対物レンズ 1 4、光学系 1 5、分光器 1 6、光検出器 1 7、情報処理器 2 0 を備えている。ステージ 1 1 上には、測定対象である被測定基板 W が載置されている。ここでは、被測定基板 W として、図 6 (a) に示すように基板 S と、その上に形成されたレジスト L で構成されているものとする。図 6 (a) に示すように、被測定基板 W は、T F T のチャンネル部となる領域上のレジストの膜厚が他より薄くなるような形状である。

10

【 0 0 2 5 】

光源ランプ 1 2 は、被測定基板 W に照射する照明光を出射する。光源ランプ 1 2 からの照明光は、半透過ミラー 1 3 に入射して、対物レンズ 1 4 のほうに反射される。そして、対物レンズ 1 4 を通って、被測定基板 W 上に集光される。被測定基板 W に照射された光の一部は、レジスト L の表面、すなわち、レジスト L と大気との界面で反射される。また、一部は、レジスト L を透過して基板 S の表面、すなわち、基板 S とレジスト L との界面で反射される。

【 0 0 2 6 】

被測定基板 W で反射された光は、対物レンズ 1 4 を再度通過して、半透過ミラー 1 3 に入射する。そして、半透過ミラー 1 3 を透過した光が、光学系 1 5 を通じて、分光器 1 6 に照射される。分光器 1 6 は、入射する反射光を分光し、光検出器 1 7 へ出力する。なお、分光器 1 6 は、光の波長を選択的に狭帯域フィルタリングし、これを複数回繰り返すことにより、入射する反射光を分光することができる。狭帯域フィルターで得られた光強度の情報を複数得ることによって、広帯域にわたる分光情報を得ることができる。

20

【 0 0 2 7 】

分光器 1 6 を通過し光検出器 1 7 で得られた結果から、情報処理器 2 0 を経てレジスト L の膜厚を求める。具体的には、分光器 1 6 で得られた様々な波長に対する反射光の強度を、光検出器 1 7 で数値の測定データに変換する。光検出器 1 7 は、例えば、C C D (Charge Coupled Device) やイメージセンサなどである。そして、情報処理器 2 0 で以下に説明する処理を行うことにより、膜厚を測定する。

30

【 0 0 2 8 】

ここで、図 2 を参照して、情報処理器 2 0 の構成についてさらに詳細に説明する。情報処理器 2 0 は、膜厚算出手段 2 1、グルーピング手段 2 2、設定手段 2 3、判定手段 2 4、統計処理手段 2 5 等を備えている。膜厚算出手段 2 1 は、光検出器 1 7 で変換された各波長の測定データに基づいて、レジスト L の膜厚を算出する。具体的には、膜厚算出手段 2 1 は、測定した干渉波形 (測定波形) と理論計算により算出される干渉波形 (理論波形) とを比較し、二乗平均平方根誤差 (R M S E : Root Mean Square Error) の最小化法で反復的に演算して膜厚を算出する。

【 0 0 2 9 】

グルーピング手段 2 2 は、測定点をグルーピングする。例えば、本実施の形態においては、設計上レジスト L の膜厚が同一の薄い部分における複数の測定点を一のグループとし、同様に設計上膜厚が同一の厚い部分における複数の測定点を他のグループとすることができる。

40

【 0 0 3 0 】

設定手段 2 3 は、測定エラーを排除するために、対象数値範囲設定値 (設定値 1) 及びバラツキ範囲許容設定値 (設定値 2) を設定する。対象数値範囲設定値 (設定値 1) としては、測定エラーが起こりやすい数値範囲が設定される。例えば、レジスト L の膜厚が 2 7 0 0 ~ 3 2 0 0 の場合の測定波形は、1 2 0 0 ~ 1 5 0 0 の場合の理論波形と近似している。このため、R M S E 値の最小化法で膜厚を決定すると、実際には、レジスト L の膜厚が 2 7 0 0 ~ 3 2 0 0 の範囲にあるにもかかわらず、1 2 0 0 ~ 1 5 0

50

0 であると誤って判定されることがある。本発明では、これを排除するべく設定値を設けている。

【0031】

ここでは、レジストLの膜厚が、2700 ~ 3200 の範囲にあるとする。この場合、設定値1としては、例えば1200 ~ 1500 と設定することができる。設定値1の範囲外の測定データは、真の膜厚を誤って判定してしまうことが少ないことから、正データであると判定する。一方、設定値1の範囲内の測定データは、真の膜厚を誤って異なる膜厚であると判定してしまうことが多いことから、当該測定データを被判定データとし、以下の設定値2との比較により誤データか否かを判定する。

【0032】

バラツキ範囲許容設定値(設定値2)は、測定エラーが起きない場合の通常のバラツキ範囲を考慮して設定される。設定値1内に含まれる被判定データと、設定値1の範囲外の測定データのうち最大のものの差を算出し、これが設定値2以内であるかが判定される。これらの差が設定値2以内であれば、当該測定データは正データであると判定される。一方、これらの差が、設定値2よりも大きければ、当該データは誤データであると判定される。

【0033】

例えば、上述のように、設定値1として1200 ~ 1500 と設定している場合において、測定データが1300 であると、当該測定データが被判定データとなる。設定値1の範囲外の最大データが3200 の場合、これらの差は、 $3200 - 1300 = 1900$ となる。設定値2を1200 と設定した場合、設定値1の範囲外の最大の測定データと被判定データとの差は、設定値2以上よりも大きくなる。このため、当該測定データは、誤データであると判定される。なお、これらの設定値1、2は一例であり、適宜変更することが可能である。

【0034】

統計処理手段25は、同一グループとして設定された測定点の複数の測定データのうち、上記の設定値1、2により誤データと判定されたものを削除する。そして、統計処理手段25は、正データとして判定された測定データを用いて、最大、最小、平均、均一性、標準偏差などの統計処理を行う。

【0035】

ここで、図3を参照して、図1に示す膜厚測定装置10における膜厚測定方法について説明する。図3は、本実施の形態に係る膜厚測定方法を説明するためのフロー図である。あらかじめ、グルーピング手段22により、測定点がグルーピングされる。例えば、設計上レジストLの膜厚が同一の薄い部分における複数の測定点を同一グループとする。

【0036】

そして、図3に示すように、まず、同一視野内で指定された複数の測定点の測定した測定波形と理論計算により算出される理論波形とを比較し、二乗平均平方根誤差の最小化法で反復的に演算してそれぞれの膜厚を算出する(S10)。そして、RMSE値が収束指定値以内であるか否かが判定される(S11)。非線形最小二乗法によりカーブフィッティングを行って膜厚を決定する場合、各膜厚の理論波形と比較してRMSE値が算出され、好ましくは当該RMSE値が最小となる値を膜厚として決定する。

【0037】

しかし、RMSE値の最小値を算出するには時間がかかるため、ここでは、RMSE値の収束指定値が設定されている。収束指定値は、膜厚を決定する際に用いられる閾値であり、所定のRMSE値の変化率が設定されている。RMSE値が収束指定値以下であれば、フィッティングした理論波形に対応する膜厚を当該測定点の膜厚とすることができる。

【0038】

RMSE値の変化率が収束指定値以内でない場合には(S11、No)、S1に戻って再度、異なる膜厚に対応する理論波形と比較して、RMSE値を算出する。RMSE値の変化率が規定回数内に収束指定値以内にならない場合には、当該測定点の測定結果を測定

10

20

30

40

50

エラーとして表示する (S 1 9)。R M S E 値の変化率が収束指定値以内の場合 (S 1 1、Y E S) において、収束した R M S E 値が指定値以内とならなければ (S 1 2、N O)、同様に測定エラーとして表示する (S 1 9)。測定エラーとなった測定点の測定結果は、最大、最小、平均、均一性、標準偏差などの統計処理を行うための統計データから削除する。

【 0 0 3 9 】

その後、視野内で指定された全ポイントの膜厚の算出が終了したかを判定し (S 1 3)、終了していない場合は、そのポイントの膜厚を同様に算出する。全ポイントの膜厚が算出済みの場合は、グループ設定されたデータが否かを判定し (S 1 4)、グループ設定されたデータでない場合は、S 1 7 に飛ぶ。グループ設定されたデータの場合は、以下の処理を行う。

10

【 0 0 4 0 】

その後、グループ内の測定データが、設定値 1 の範囲内かどうかを判定する (S 1 5)。上述の通り、設定値 1 は、測定エラーが起こりやすい数値範囲が設定されている。グループ内の測定データが、設定値 1 の範囲外であれば (S 1 5、N o)、測定エラーが起こる可能性が低いため、当該測定データを正データとして、その後の統計処理に用いる。一方、測定データが設定値 1 の範囲内に含まれる場合 (S 1 5、Y E S)、測定エラーが起こりやすいため当該データが被判定データとなる。

【 0 0 4 1 】

その後、設定値 1 の範囲内の測定データである被判定データと、正データとして判定された測定データの最も異なる最大値との差が、設定値 2 以下であるかが判定される (S 1 6)。S 1 6 において、被判定データと測定データの最大値との差が設定値 2 以下であれば (Y E S)、正データとする。一方、被判定データと測定データの最大値との差が設定値 2 よりも大きければ (N O) 誤データと判定して、測定エラーとして表示する (S 2 0)。測定エラーとなった測定点の測定データは、最大、最小、平均値、均一性、標準偏差などの統計処理を行うための統計データから削除する。その後、他の測定点が残っているか否かを判断し (S 1 7)、全ての測定点について上記の処理を行う。そして、S 1 5、S 1 6 において正データとして判定されたものを用いて、データ統計処理を行う (S 1 8)。

20

【 0 0 4 2 】

以上説明したように、本発明では、測定点をグルーピングする機能と、対象数値範囲設定値 (設定値 1)、及び、バラツキ範囲許容設定値 (設定値 2) を設定し、同一グループとして設定された複数の測定データと設定値 1、2 とを比較してエラー判定をする機能を設けた。そして、測定エラーとされた測定データを、統計処理を行うための統計データから除く判定処理を追加した。このため、これまでの非線形誤差の最小化法で反復的に演算するものだった膜厚測定に比べて、誤測定を排除でき測定結果の信頼性が向上し、ひいては、誤測定による歩留低下が防止できて、製品の品質が向上する。

30

【 0 0 4 3 】

実施の形態 2 .

本発明の実施の形態 2 に係る膜厚測定方法について、図 4 を参照して説明する。図 4 は、本実施の形態に係る膜厚測定方法を説明するためのフロー図である。なお、膜厚測定装置の概略構成については、実施の形態 1 において説明したものと同様であるため、説明を省略する。

40

【 0 0 4 4 】

T F T アレイ基板を 4 回のフォトリソグラフィープロセスで形成するアクティブマトリックス型液晶表示装置の製造工程においては、図 6 (a) に示すように基板 S と上に形成されたレジスト L は、T F T のチャネル部となる領域上のレジストの膜厚が他より薄くなるような形状となる。このチャネル部上のレジスト膜厚を測定する場合、チャネル中央部では、最も干渉波形が整っており、非線形誤差の収束値が最も小さくなり、チャネルの両端に行くにつれて非線形誤差の収束値が大きくなることを、本発明者は見出した。

50

【 0 0 4 5 】

本実施の形態では、チャンネル中央部を位置精度よく測定するために、測定するチャンネル部を横切るように測定点を連続して設定し、これらの測定点をグルーピングする。このとき、チャンネル幅に加えて膜厚計の位置合わせ精度を考慮してチャンネル幅より広めに測定点を並べる。これは、位置合わせずれが生じても測定点の列のどこかにチャンネル中央部が入るようにするためである。

【 0 0 4 6 】

図 4 に示すように、まず、同一視野内で指定された複数の測定点の測定した測定波形と理論計算により算出される理論波形とを比較し、二乗平均平方根誤差の最小化法で反復的に演算してそれぞれの膜厚を算出する (S 2 1)。そして、R M S E 値の変化率が収束指定値以内であるか否かが判定される (S 2 2)。R M S E 値の変化率が収束指定値以内でない場合には (S 2 2、N o)、S 2 1 に戻って再度、異なる膜厚に対応する理論波形と比較して、R M S E 値を算出する。R M S E 値の変化率が規定回数内に収束指定値以内にならない場合には、当該測定点の測定結果を測定エラーとして表示する (S 2 9)。

10

【 0 0 4 7 】

R M S E 値の変化率が収束指定値以内の場合 (S 2 2、Y E S)において、収束した R M S E 値が指定値以内とならなければ (S 2 3、N O)、同様に測定エラーとして表示する (S 2 9)。測定エラーとなった測定点の測定結果は、統計処理を行うための統計データから削除する。

【 0 0 4 8 】

その後、視野内で指定された全ポイントの膜厚の算出が終了したかを判定し (S 2 4)、終了していない場合は、そのポイントの膜厚を同様に算出する。全ポイントの膜厚が算出済みの場合は、グループ内で設定されたデータか否かを判定し (S 2 5)、グループ設定されたデータでない場合は、S 2 7 に飛ぶ。グループ設定されたデータの場合は、以下の処理を行う。

20

【 0 0 4 9 】

次に、これらの測定点の非線形誤差の収束値が最小であるか否かが判定される (S 2 6)。非線形誤差の収束値が最小となる測定点のみの測定データを正データとして判定する (S 2 6、Y E S)。非線形誤差の収束値が最小ではないその他の測定点の測定データは誤データとして判定し (S 2 6、N O)、測定エラー表示し、統計処理を行うための統計データから削除する (S 3 0)。その後、他の測定点が残っているか否かを判断し (S 2 7)、全ての測定点について上記の処理を行う。

30

【 0 0 5 0 】

通常、被測定基板 W には、複数のチャンネル部が形成される。従って、これらの複数のチャンネル部に対応するレジストの膜厚が S 2 1 ~ S 2 7 を繰り返して、同様に算出される。これらの正データとして判断された測定データを用いて、最大、最小、平均値、均一性、標準偏差などのデータ統計処理を行う (S 2 8)。

【 0 0 5 1 】

このように、本実施の形態によれば、これまでの非線形誤差の最小化法で反復的に演算するものだった膜厚測定に比べて、正確にチャンネル中央部を測定でき、測定結果の信頼性が向上し、ひいては、誤測定による歩留低下が防止できて製品の品質が向上する。

40

【 0 0 5 2 】

以上、実施の形態について説明したが、さらに、測定値の信頼性をさらに向上させるために、それぞれ、最後の統計処理をする前に別途、非線形誤差の収束値の上限値での判定を加えてもよい。具体的には、非線形誤差の収束値の上限設定値以下の測定点のみ測定結果を正とし、その他は測定エラーとして表示し統計データから除く判定処理を追加する。これにより、測定結果の信頼性がさらに向上し、ひいては誤測定による歩留低下が防止できて製品の品質が向上する。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 3 】

50

【図 1】実施の形態 1 に係る膜厚測定装置の構成を示す図である。

【図 2】実施の形態 1 に係る膜厚測定装置に用いられる情報処理器の構成を示す図である。

。

【図 3】実施の形態 1 に係る膜厚測定方法を説明するためのフロー図である。

【図 4】実施の形態 2 に係る膜厚測定方法を説明するためのフロー図である。

【図 5】基板上に形成したレジストの形状及び測定結果を示す図である。

【図 6】基板上に形成したレジストの形状及び測定結果を示す図である。

【図 7】従来の膜厚測定方法を説明するためのフロー図である。

【符号の説明】

【 0 0 5 4 】

10

1 0 膜厚測定装置

1 1 ステージ

1 2 光源ランプ

1 3 半透過ミラー

1 4 対物レンズ

1 5 光学系

1 6 分光器

1 7 光検出器

2 0 情報処理器

2 1 膜厚算出手段

2 2 グルーピング手段

2 3 設定手段

2 4 判定手段

2 5 統計処理手段

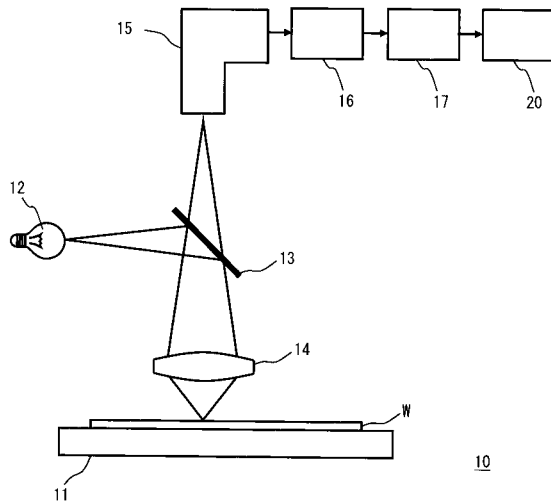
W 被測定基板

S 基板

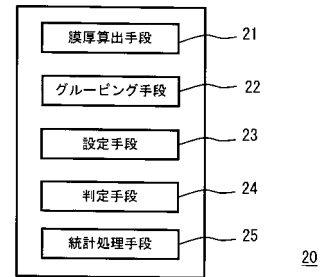
L レジスト

20

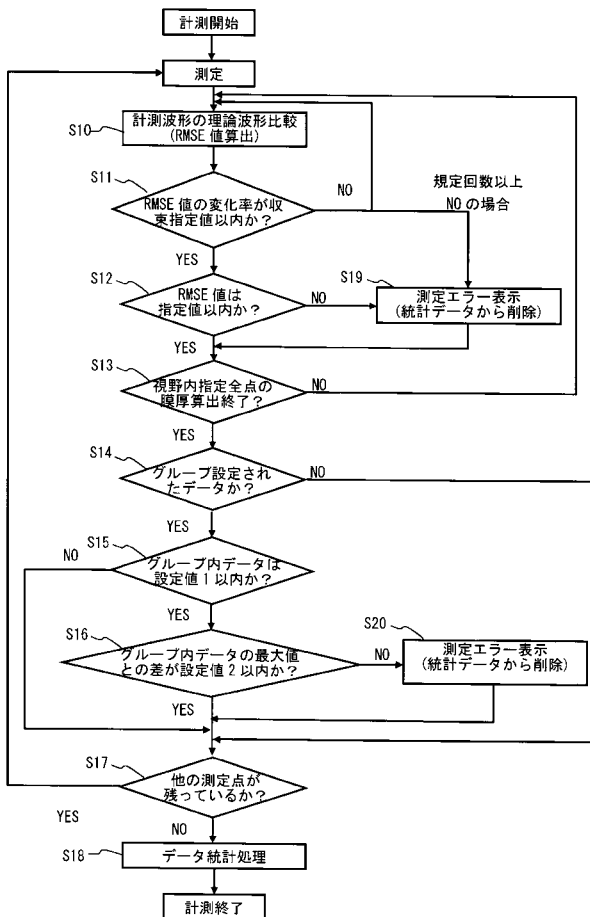
【図 1】



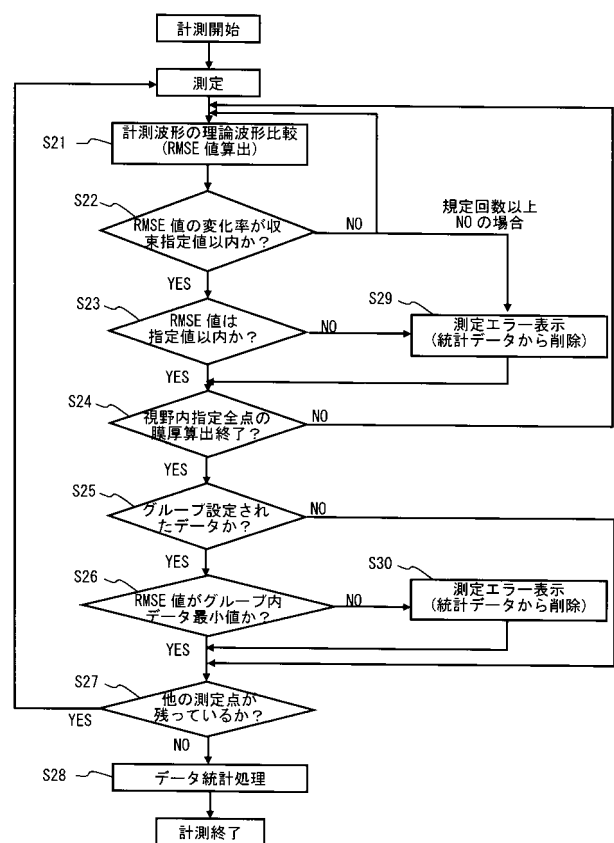
【図 2】



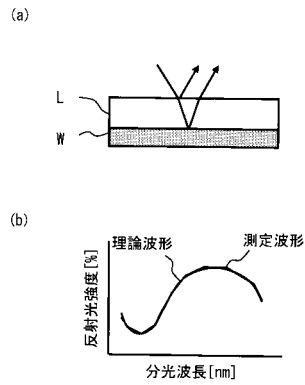
【図 3】



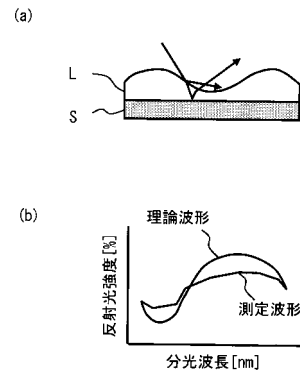
【図 4】



【図 5】



【図 6】



【図 7】

