

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5196351号  
(P5196351)

(45) 発行日 平成25年5月15日(2013.5.15)

(24) 登録日 平成25年2月15日(2013.2.15)

(51) Int. Cl. F I  
 GO 1 B 11/02 (2006.01) GO 1 B 11/02 G  
 GO 1 B 9/02 (2006.01) GO 1 B 9/02

請求項の数 17 (全 11 頁)

|               |                               |           |   |
|---------------|-------------------------------|-----------|---|
| (21) 出願番号     | 特願2008-535062 (P2008-535062)  | (73) 特許権者 | 508112287                                   |
| (86) (22) 出願日 | 平成18年10月12日 (2006.10.12)      |           | ナノテック ソリューション                               |
| (65) 公表番号     | 特表2009-511889 (P2009-511889A) |           | フランス F-30900 ニーム, ケミ<br>ン プエック ドゥ テイル, 237  |
| (43) 公表日      | 平成21年3月19日 (2009.3.19)        | (74) 代理人  | 100077702                                   |
| (86) 国際出願番号   | PCT/FR2006/002296             |           | 弁理士 竹下 和夫                                   |
| (87) 国際公開番号   | W02007/042676                 | (72) 発明者  | コーテヴィルレ, アレイン                               |
| (87) 国際公開日    | 平成19年4月19日 (2007.4.19)        |           | フランス F-30111 コンジェニー<br>ズ, アヴェニュー デエンコムベ, 34 |
| 審査請求日         | 平成21年10月9日 (2009.10.9)        |           | 審査官 櫻井 仁                                    |
| (31) 優先権主張番号  | 0510530                       |           |   |
| (32) 優先日      | 平成17年10月14日 (2005.10.14)      |           |   |
| (33) 優先権主張国   | フランス (FR)                     |           |   |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 パターンの高さを測定する方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも一つの対象波長のための対象伝搬モードの伝搬を許容する外方ガイド手段(2)を通じて多色光(4)を発する工程と、

前記光(4)によって、対象物(14)のパターン(5)を覆うように前記対象物(14)の表面(18)を照射する工程と、

前記対象物(14)の前記表面(18)によって前記光(4)を反射させる工程と、

前記反射された光(7)をリターンガイド手段(8)によって集光する工程を含んだ、対象物のパターンの高さを測定するための方法であって、

照射された前記表面(18)の前記光で覆われたパターン(5)によって前記反射光(7)の波面を分割成分(16, 17)に分割する工程と、

前記分割成分(16, 17)によって生成される波の伝搬のみを、該波の平均位相のみを保持する対象伝搬モードで、許容するモーダルフィルタリング手段として機能するように構成された前記リターンガイド手段(8)によって、前記集光された光をフィルタリングする工程であって、対象波長のために、対象伝搬モード以外の全てのモードを除去するモーダルフィルタリングを含んでいる、前記集光された光をフィルタリングする工程と、

対象波長のために、光学的相関計(10)を用いて、前記フィルタリングされた光から、前記分割成分(16, 17)間の位相差に関する情報を抽出する工程を更に含んでいることを特徴とする、対象物のパターンの高さを測定するための方法。

【請求項 2】

10

20

対象伝搬モードが、基本横モード  $TE M_{0,0}$  であることを特徴とする、請求項 1 に記載の測定方法。

【請求項 3】

光による前記照射が、前記対象物の表面に対する法線入射であることを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の測定方法。

【請求項 4】

前記対象物の表面上で光の照射を変位させる工程を更に含んでいることを特徴とする、請求項 1 ~ 3 の何れか一項に記載の測定方法。

【請求項 5】

光を発する前記工程が、複数の波長のための複数の伝搬モードを発することと、対象波長のための対象伝搬モード以外の全てのモードを取り除くモードフィルタリングを含んでいることを特徴とする、請求項 1 ~ 4 の何れか一項に記載の測定方法。

10

【請求項 6】

前記対象物上にパターンをエッチングする最中に実施することを特徴とする、請求項 1 ~ 5 の何れか一項に記載の測定方法。

【請求項 7】

エッチング終了時間を決定する工程を更に含んでいることを特徴とする、請求項 6 に記載の測定方法。

【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 の何れか一項に記載の方法を用いて、対象物のパターンの高さを測定するための測定装置であって、

20

多色光を発する手段 ( 1 ) と、

少なくとも一つの対象波長のための対象伝搬モードの伝搬を許容する、前記光を外方へガイドするための手段 ( 2 ) と、

前記光が対象物のパターンを覆うように前記光を前記対象物の表面に照射させるための手段 ( 3 ) と、

前記対象物から反射した光を集光するための手段 ( 6 ) と、

前記集光された光をリターンガイドするための手段 ( 8 ) を有して、請求項 1 ~ 7 の何れか一項に記載の方法を用いた、対象物のパターンの高さを測定するための測定装置であって、

30

前記光が照射された前記対象物の前記光で覆われた前記パターンによって反射光の波面の分割された成分によって生成される波の伝搬のみを、該波の平均位相のみを保持する対象伝搬モードで、許容するモーダルフィルタリング手段として機能する前記リターンガイド手段 ( 8 ) を含み、対象波長のために、対象伝搬モード以外の全てのモードを除去する、前記集光された光をフィルタリングするための手段と、

対象波長のために、フィルタリングされた光から、前記パターンから反射した光の波面の前記分割成分 ( 1 6 , 1 7 ) 間の位相差に関する情報を抽出するための手段 ( 1 0 , 1 1 , 1 2 , 1 3 ) であって、光学的相関計 ( 1 0 ) を含んでいる前記位相差に関する情報を抽出するための手段 ( 1 0 , 1 1 , 1 2 , 1 3 ) を更に有していることを特徴とする、  
対象物のパターンの高さを測定するための測定装置。

40

【請求項 9】

前記対象物の表面上で光照射を変位させるための手段 ( 1 5 ) を更に含んでいることを特徴とする、請求項 8 に記載の測定装置。

【請求項 1 0】

光を外方へガイドするための手段 ( 2 ) と光をリターンガイドするための手段 ( 8 ) が、モノモードファイバーを含んでいることを特徴とする、請求項 8 又は 9 に記載の測定装置。

【請求項 1 1】

前記照射手段 ( 3 ) と前記集光手段 ( 6 ) が結合され、発せられた光と集光された光とを分離させるためのカプラー、Y 字状ジャンクション又はサーキュレータ ( 9 ) を更に含

50

んでいることを特徴とする、請求項 8 ~ 10 の何れか一項に記載の測定装置。

【請求項 12】

前記抽出手段が、マイケルソン型干渉計を含んでいることを特徴とする、請求項 8 ~ 11 の何れか一項に記載の測定装置。

【請求項 13】

前記対象物上に焦点合わせされるカメラと、  
前記対象物を白色光で照らすための手段と、  
測定領域をポイントするレーザービームを可視範囲内で発する手段を更に有することを特徴とする、請求項 8 ~ 12 の何れか一項に記載の測定装置。

【請求項 14】

パターンをエッチングするための手段(25, 27, 28)と接続されていることを特徴とする、請求項 8 ~ 13 の何れか一項に記載の測定装置。

【請求項 15】

エッチングの終了時間を決定するための手段(26)を更に有していることを特徴とする、請求項 14 に記載の測定装置。

【請求項 16】

前記エッチングするための手段が、プラズマエッチング装置であることを特徴とする、請求項 14 又は 15 に記載の測定装置。

【請求項 17】

区分されたミラーのミラー区分間の段の高さを測定するために適用されることを特徴とする、請求項 8 ~ 16 の何れか一項に記載の測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、対象物のパターンの高さを測定する方法に関するものである。また、本発明は、その方法を実施する装置に関するものである。茲で、「パターンの高さを測定すること」とは、一つ又はそれ以上のパターンの高さを測定することを意味する。例えば、階段状の形状を有するパターンの場合、段ごとの高さを測定することが可能である。

【0002】

本発明の適用分野は、表面が構造化されて、光を反射するようになっている対象物のパターンの高さを測定する分野である。更に明確で且つ限定的でない適用分野の例は、特に、シリコンウェーハへのマイクロパターンのリソグラフィ及びエッチングである。

【背景技術】

【0003】

マイクロシステム(即ち、MEMS, 微小電気機械システム)の開発では、特に、シリコン, シリコン酸化物及びガリウムヒ素の如き III-V 族化合物のウェーハでは、数十ミクロンから数百ミクロンの深さの深掘りパターン(deep pattern)のエッチングを可能にするエッチング方法を使用することが必要とされている。このような方法の一つに深掘りプラズマエッチングがある。

【0004】

プラズマエッチングは、部分真空において生成されたガスプラズマを使用して、樹脂又はアルミニウムマスクによって保護されていないウェーハの部分に対して選択的なエッチングを実行する工程から構成されている。このため、(パターンの幅に対するパターンの深さの比率として定義される)重要なフォームファクタ及び急斜面を有するパターンを、高精度で確保することが可能である。しかしながら、この種のエッチングは多くの問題を抱えており、それらの中にはエッチングの終了を決定すること、換言すると、パターンが、所望の深さに到達した瞬間を決定することが含まれている。この決定は繁雑である。実際に、所望のフォームファクタを有するパターンを確保するために要するエッチング時間は、特に、プラズマの物理的及び化学的特性とウェーハの性質に左右される。更に、この種のエッチングで所望とされる深さ解像度は、約 1 ミクロン程度になり得るという点にお

10

20

30

40

50

いて、この決定は極めて重要である。

【0005】

パターンの高さを測定する或る方法が存在するが、それらは完全に満足できるものではない。それらの方法として、インクリメントレーザ干渉測定法 (incremental laser interferometry) に基づいた測定方法と、法線入射分光エリプソメトリー (normal incidence spectroscopic ellipsometry) に基づいた測定方法及び低コヒーレンス測定干渉法と連続した界面での部分反射による振幅分割に基づいた測定方法が挙げられる。

【0006】

インクリメントレーザ干渉測定法に基づいた測定方法は、一般的にマイケルソン型干渉計を含む装置によって実施され、対象物の表面に測定ビームが接触する点における高さの変化に起因する、干渉信号の位相変化を測定することを含んでいる。これらの測定方法は、厚み又は高さを測定することを含んでおらず、測定装置のフレームに対する対象物の表面の相対的変位を測定することを含んでいるため、厳密に言えば、このような方法を深掘りプラズマエッチングに適用するのは困難である。従って、これらの測定方法は、プラズマエッチング法における動きや比較的高い振動によって影響を受け易い。それ故、米国特許第6,580,515 B1号に開示されている方法は、対象物の無傷領域に位置する一地点とエッチングされたパターンのベースに位置するもう一方の地点との二つの異なる測定地点で対象物の表面に入射する二つのビーム間における光路の相違を測定するというに基づいている。一方で、干渉計と対象物との距離が通常、数百ミリメートルであり、他方で、入射ビームの回折が発生するため、測定地点のサイズが約数十ミクロン程度となり、狭いパターンの測定のために、これらの方法を使用することができない。

【0007】

法線入射分光エリプソメトリーに基づいた測定方法は、「OCD (光学臨界寸法 (Optical Critical Dimension)) 測定法」という名称でも知られている方法であり、対象物の周期的なパターン構造のために後方散乱される光のスペクトル及び偏光特性から対象物の周期的なパターン構造を決定することを可能にするため、これらの測定方法の使用は、周期的なパターンに限定されている。更に、これらの方法の有効性は、パターンにかなり左右される。このような測定方法は、例えばWO 02/15238 A2に開示されている。

【0008】

低コヒーレンス測定干渉法に基づいた測定方法は、一般に、広スペクトル光源によって照射されるマイケルソン型干渉計を含む装置によって実施される。この方法では、対象物を透過する波長を使用することによって、単一光源からの参照ビームと、遅延線を用いることによって変化する参照ビームの光路との、対象物の上面及び下面によって後方散乱せられる光の光学相関を干渉計で実施することにより、物質の厚みを直接測定することが可能である。ウェーハの一つの面からの反射光と参照ビームとの光路が等しい時に、干渉ピークが検知器で得られるため、界面を探し出すことが可能となる。このようにして二つの界面を探し出すことにより、ウェーハの局所的な厚みを推測することが可能になる。従って、これらの方法は、連続する界面からの部分反射による振幅分割に基づいている。この種の方法の一般的な実施は長い間広く知られており、化学エッチングの問題に向けられたこの方法の一例が、EP 1 296 367 A1に記載されている。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明の目的は、例えば、エッチング中に、インサイチュ (in situ) で、直接且つリアルタイムで、幾つかの光学的界面を必ずしも含んでいない対象物上の、狭いパターン又は広いパターン或いは周期的パターン又は非周期的パターンに適用することのできる、対象物のパターンの高さを測定する方法及び装置を提案することにある。

【課題を解決するための手段】

## 【0010】

この目的は、対象物のパターンの高さを測定する下記方法によって達成される。この方法は、

少なくとも一つの対象波長のための対象伝搬モードの伝搬を許容する外方ガイド手段を通じて多色光を発する工程と、

前記光によって、対象物のパターンを覆うように前記対象物の表面を照射する工程と、

前記対象物の前記表面によって前記光を反射させる工程と、

前記反射された光をリターンガイド手段によって集光する工程を含んだ、対象物のパターンの高さを測定するための方法であって、

照射された前記表面の前記光で覆われたパターンによって前記反射光の波面を分割成分に分割する工程と、

集光された光をフィルタリングする工程と、

対象波長のために、前記フィルタリングされた光から、前記分割成分間の位相差に関する情報を抽出する工程を更に含み、上記位相差が、分割成分間の段階差 (step differences) を表現し、従って、照射されたパターンの高低差を表現するようになっていることを特徴とする。

## 【0011】

複数の対象波長を発する場合には、これらの波長を、同時に又は時間基準の波長走査中に発することができる。更に、これらの波長は、非連続的な波長、又は波長間隔に亘った波長の連続体を構成していてもよい。

## 【0012】

照射が意味することは、例えば放射された光の焦点調節又はコリメーションであり、対象物の表面に入射される光のビームは、平行又は非平行な光のビームであってもよい。

## 【0013】

フィルタリングは、対象波長のために対象伝搬モード以外の全てのモードを排除するモーダルフィルタリング (modal filtering) を含んでいてもよい。

## 【0014】

好ましくは、対象伝搬モードは、基本横モード (即ち「TEM (transverse electric and magnetic) モード」)  $TEM_{00}$  である。

## 【0015】

光による照射は、対象物の表面に対して法線入射させてもよい。

## 【0016】

本発明による方法は、更に、対象物の表面上で照射を移動させることを含んでいてもよい。

## 【0017】

光を発する工程は、複数の波長のための複数の伝搬モードを発することと、対象波長のための対象伝搬モード以外の全てのモードを排除するモーダルフィルタリングを含んでいてもよい。

## 【0018】

本発明による方法は、対象物にパターンをエッチングする操作中に実行することができる。本発明による方法は、実際、エッチングの最中に、インサイチュで、直接且つリアルタイムで実行してもよい。

## 【0019】

本発明による方法は、対象物の一つ又はそれ以上のパターンのエッチングの進行状況をモニターすることにより、エッチング操作の制御及び停止を行うために、又はエッチングのプロトコルを開発するために、エッチング終了時間を決定する工程を更に含んでいてもよく、その決定されたエッチング終了時間を使用して、インサイチュ及びリアルタイムによるパターンの高さの測定を行うことなく、同一の実験条件下で、他のエッチングを実行することもできる。

## 【0020】

10

20

30

40

50

本発明の更に別の側面によれば、本発明による前記方法を使用する、対象物のパターンの高さを測定するための装置が提供される。この測定装置は、

多色光を発する手段と、

少なくとも一つの対象波長のための対象伝搬モードの伝搬を許容する、前記光を外方へガイドするための手段と、

前記光が対象物のパターンを覆うように前記光を前記対象物の表面に照射させるための手段と、

前記対象物から反射した光を集光するための手段と、

前記集光された光をリターンガイドするための手段を有する測定装置であって、

集光された光をフィルタリングする手段と、

対象波長のために、フィルタリングされた光から、前記パターンから反射した光の波面の分割成分間の位相差に関する情報を抽出する手段を更に含み、上記位相差が、分割成分間の段階差を表現し、従って、照射されたパターンの高低差を表現するようになっていることを特徴とする。

【0021】

フィルタリング手段は、対象波長のために、対象伝搬モード以外の全てのモードを排除するべく、集光された光をモーダルフィルタリングするための手段を有していてもよい。

【0022】

対象物は、特に、シリコン、シリコン酸化物、例えばガリウムヒ素などのIII-V族化合物のウェーハ、又は表面が構造化されて光を反射するその他の何らかの極小又はマクロ視的な対象物であってもよい。

【0023】

本発明による装置は、更に、対象物の表面上で照射を移動させる手段を備えていてもよい。

【0024】

光を外方へガイドするための手段と光をリターンガイドするための手段は、モノモード光ファイバーを含んでいてもよい。

【0025】

照射手段と集光手段は合体させることが可能であり、本発明による装置は、更に、放射された光と集光された光を分離させるためのカプラー、Y字状ジャンクション又はサーキュレータを含んでいてもよい。

【0026】

抽出手段は、マイケルソン型干渉計を含んでいてもよい。

【0027】

本発明による装置は、更に、対象物に焦点合わせされるカメラと、対象物を白色光によって照らす手段と、測定領域をポイントするレーザービームを可視域で放射する手段とを含んでいてもよい。

【0028】

本発明の一実施形態においては、本発明による装置がパターンをエッチングする手段と接続されている。更に、本発明による装置は、エッチング終了時間を決定する手段を含んでいてもよい。エッチング手段は、プラズマエッチング装置を含んでいてもよい。

【0029】

本発明による装置は、例えば区分された望遠鏡ミラーの如き、区分されたミラー間における段の高さを測定するのに適用することも可能である。

【0030】

標準的な低コヒーレンス干渉法と比較すると、本発明による方法の独創性は、少なくとも一つのパターンによる波面の分割と符号化を利用することができる点にあり、それは、フィルタリングによって純粋な光学遅延として記録され、標準的な方法の場合のように、連続する界面からの部分的な反射による振幅分割を使用するものではない。これの重要な結論は、対象物に対する光のフォーカシング又はコリメーティングが、対象物から数百ミ

10

20

30

40

50

リメートルで実施される場合に、回折のために、パターンのサイズが入射ビームの幅より常に小さい、そのようなサイズのパターンの高さを測定することが可能になるということである。従って、正にこの独創性により、短い距離の測定を妨げる機械の構造上の理由で、プラズマエッチング装置におけるエッチング制御にとって、本発明による方法は極めて有用である。

【0031】

更に、本発明による測定装置は、振幅分割による標準的な方法での厚みの測定を実施することを可能にさせ、一回の測定でパターンの高さ及び残りの物質の厚みを決定することを可能にさせることが銘記されるべきである。

【0032】

本発明に関する更なる利点及び特徴については、添付図面を参照して行った、単なる一例であって本発明を何ら限定するものではない実施形態の詳細な説明を参照することにより明らかになるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0033】

まず最初に、図1を参照しながら、本発明によるパターンの高さを測定する方法の原理について説明する。パターンがエッチングされる対象物は、例えばシリコンウェーハであってもよい。一般的に、この対象物は、構造化された表面を有して光を反射する何らかの対象物であればよい。

【0034】

本発明による方法は、パターンによって反射される光ビームの波面の分割と、モーダルフィルタリング(modal filtering)によって、少なくとも一つのパターンの高さを直接測定することに基づいている。単色又は多色光ビームを発光させる。この光は、少なくとも一つの対象波長のための対象伝搬モードの伝搬を許容する外方ガイド手段(2)を介してガイドされる。ガイドされたこの光は、少なくとも一つのエッチングされたパターン5を表面上に有する対象物14のその表面上に、フォーカス又はコリメートされる。好ましくは、対象物の表面に入射される光ビームは、連続した範囲の赤外線の対象波長のための、単一の基本横モードTEM<sub>00</sub>を有している。また、好ましくは、対象物の表面に入射される波面は、平面で且つ表面に対して平行である。回折によって制限される、表面の焦点合わせ「点」のサイズは、通常、数十ミクロンである。

【0035】

本発明による方法は、対象物の上部表面18によって入射光4を反射させることを含んでいる。焦点合せ点がパターン5を覆う場合には、その反射は、反射が局部的に生じる場所の深さに依存して、光の波面を分割させることを含んでいる。それ故、反射光7は、平面状の波面を有して反射前に進行した距離の差に比例する位相差を有する多くの波として捉えることができる様々な分割成分によって構成されている。図1に示した簡単な例では、パターン5は単一の階段であり、対象物の上部表面18の低位領域19及び高位領域20が、反射光の二つの分割成分16及び17を生じさせる。これらの二つの成分は、パターンの高さで増大する位相差を有している。対象物がパターン5の下に界面23を有している場合には、その界面により、追加の反射光22が生成され得る。

【0036】

反射光はその後集光される。本方法は、集光された光をモーダルフィルタリング及びリターンガイドさせることを含んでいる。モーダルフィルタリングによって、対象波長に関して、集光された光から、対象伝搬モード以外の全てのモードが取り除かれる。本方法は、フィルタリングされた光から、対象波長における、異なる分割成分間の位相差の情報を抽出することを含んでいる。

【0037】

対象物は、特に、シリコン、シリコン酸化物又はガリウムヒ素の如きIII-V族化合物のウェーハで構成することができ、前記ウェーハは、表面にリソグラフィーによってエッチングされたマイクロパターンを有している。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 3 8 】

対象物は、更に、例えば、並んで配置された複数のミラーによって構成された顕微鏡の区分されたミラーから構成することができる。区分されたミラーの表面が完全なものであるためには、ミラーの結合部における高さの差は、ほぼ皆無でなければならない。区分された二つのミラー間の結合部におけるごく僅かな高さの差は、小さい段によって明らかにされ、その高さは本発明による方法によって測定することができる。それ故、本発明の分野は、表面が構造化されていて光を反射する対象物のパターンの高さを一般的な態様で測定するものである。

## 【 0 0 3 9 】

図 2 を参照しながら、本発明による測定装置の一実施例について説明する。その測定装置は、多色光を発光する発光手段 1 を有している。好ましくは、その発光手段は、赤外線中で幅が 30 ナノメートルの波長連続体を放射する超発光ダイオードを有している。その光源は、光ファイバー又は導波型又はこれらと同等の、光を外へガイドするための手段 2 に連結され、これにより、光源によって放射される対象波長のための対象伝搬モードの伝搬のみが許される。視準的態様で照射するように配置された光学素子の如き照射手段が、高さを測定することが求められる、対象物 14 の表面にエッチングされたパターン 5 上に入射光ビーム 4 を焦点合せさせることを可能にする。その視準光学素子は、ガイド手段 2 の端部 21 の平面と対象物の表面 18 とを共役させるように調整され、換言すると、視準光学素子によって端部平面のイメージと対象物平面 18 のイメージが互いに共役される。この場合、対象物の表面に入射する波面は平面である。

## 【 0 0 4 0 】

上述したように、表面によって反射された光 7 は、平面状の波面を有し且つ位相差を持った様々な成分によって構成されている。これらの反射された波は、集光手段 6 (例えば、集光光学素子) によってリターンガイド手段 8 に結合される。リターンガイド手段は、外方ガイド手段 2 と同等のタイプの導波路で構成されている。各成分は、導波路中での電磁結合によって、集められた波の平均位相のみを保持している対象伝搬モード (利用可能な唯一の伝搬モード) の波を生成する。こうしてリターンガイド手段は、モダルフイルタリング手段として機能し、集められた波の高い空間周波数を拒絶することを可能にして、対象となる位相情報のみを保持する。

## 【 0 0 4 1 】

集光され、フィルタリングされた光は、次に、対象波長及び対象伝搬モードのために、分割成分間における位相差に関する情報を抽出する手段に送られる。その抽出手段は、光学的相関計 10 を有し、その光学的相関計は、限定されるものではないが、一般的には、一定の長さのレフレクターアーム 11 (fixed length reflector arm) と、可動ミラー上に配置された可変長さのアーム 12 (variable length arm) (遅延線とも呼ばれている) を備えたマイケルソン型干渉計である。結果的に得られる干渉信号は、検出器 13 によって検出される。部分反射から生ずる分割成分の間に存在する光遅延に等しい光遅延がマイケルソン型干渉計の二つのアーム間で再生された場合に、部分反射を生じさせた表面の高さの相違に対応した遅延線位置に関して、最大振幅 (又は干渉ピーク) が、干渉図形エンベロープ (interferogram envelope) 内の検出器で得られる。図 1 に示したように、焦点が段パターンを覆っている場合には、その段の高さに対応する遅延線の位置に関して、ピークが干渉信号に基づいて検出される。覆われたパターンが、順に連なる二つの段から構成されている場合には、二つの段のうちの一つの又は段全体の高さに対応する遅延線の位置に関して、三つのピークが干渉信号に基づいて検出される。換言すれば、位相差を有する三つの分割成分が検出される。

## 【 0 0 4 2 】

好ましい実施形態によれば、光の外方及びリターン方向のガイドシステムは全て、モノモード光ファイバー内に設けられており、同時に基本横モード TEM<sub>00</sub> の伝搬のみを許可するほぼ完璧な モダルフILTER としても機能する。

## 【0043】

また、好ましい実施形態によれば、入射ビームは対象物に対して法線入射するようにして到達し、照射手段と集光手段を合体させることができ、この場合には、入射ビームと反射ビームは、カップラー、Y字状ジャンクション又はサーキュレータ9によって分離される。

## 【0044】

本発明による測定装置は、エッチング操作中に *in situ* 測定を行うために、エッチング装置に直接搭載することができる。図3は、本発明による測定装置を、プラズマエッチングに適用したものを示している。この測定装置は、まず、図2に示した装置と同じ部品を有している部分24を含み、更に、照射手段と連携して白色光で測定領域の撮像を可能にするカメラと、干渉計による測定が、例えば赤外線のような非可視の対象波長を用いる場合に、可視ポインティングレーザービームを発生する手段を有し、この可視レーザービームは、カメラでの正確な測定場所をピンポイントし、表示させることを可能にする。

## 【0045】

図3に示した測定装置は、更に、照射手段を有する部分24を対象物14に対して変位させるための手段15と、測定分析手段26を有している。その変位手段15は、二つ又は三つの軸線に沿ってモーターライズさせてもモーターライズさせなくてもよくて、対象物の表面上で入射光4の測定点を正確に移動させることを可能にする。測定分析手段26は、ソフトウェアによる測定分析手段と、測定又は分析されたデータを表示する手段を含んでいてもよい。

## 【0046】

その測定装置は、プラズマエッチング装置のようなエッチング手段と連結されていて、そのエッチング手段は、対象物とプラズマ形態にイオン化可能なガスとを含んだ密閉チャンパーと、一般に電源を有するプラズマ生成手段27を有している。

## 【0047】

対象物上に溶着された樹脂又はアルミニウムマスク28は、チャンパー内で生成されたガスプラズマを使用した、対象物表面の非保護部分に対する選択的なエッチングを可能にする。

## 【0048】

分析手段26は、パターンの高さの測定及び残りの物質の厚みの任意の測定を時間基準でモニターすることにより、幾つかの実現可能な基準に従ってエッチング終了時間を決定することを可能にし、これらの基準には、パターン5のエッチングの深さをリアルタイムで測定し、深さを指示してエッチングを終了することと、エッチング開始時の厚みと残りのエッチングの厚みを測定し、残りの深さを指示してエッチングを終了することが含まれる。

## 【0049】

対象物が多層構造のウェーハである場合には、厚みの測定は、一つの層に対して行うことができる。

## 【0050】

この装置の応用分野は、限定されるものではないが、対象物の一つ又はそれ以上のパターンの進行状況をモニターすることにより、エッチング操作を制御及び終了させることと、パターン高さのインサイチュ及びリアルタイムでの測定を行わずに、同一の試験的条件下で更にエッチングを実施するために、決定されたエッチング終了時間を使用する、エッチングプロトコルの開発である。

## 【0051】

もちろん、本発明は上述の実施例に限定されるものではなく、本発明の範囲を逸脱しない範囲で、これら実施例に対して多数の調整を加えることが可能である。本発明による測定装置は、光を反射する何らかの構造、及びプラズマエッチング以外の種類のエッチング

10

20

30

40

50

に適用することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【0052】

【図1】本発明による、パターンの高さの測定方法の原理を示した図である。

【図2】本発明による、測定装置を示した図である。

【図3】本発明による、測定装置をプラズマエッチングに適用した例を示した図である。

【図1】

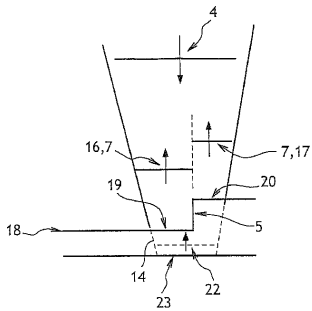


FIG.1

【図3】

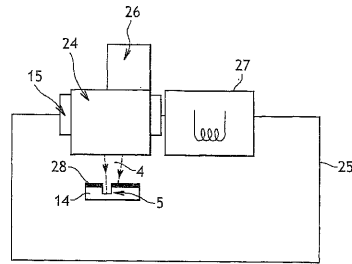


FIG.3

【図2】

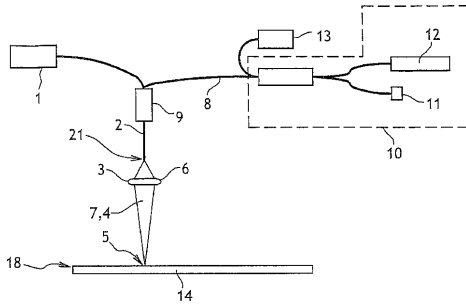


FIG.2

---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2005 - 164556 (JP, A)  
特開2002 - 129364 (JP, A)  
特開2004 - 294155 (JP, A)  
特開2005 - 189069 (JP, A)  
特開2004 - 363367 (JP, A)  
特開昭62 - 211503 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B 11/00~11/30  
G01B 9/02  
H01L 21/302  
H01L 21/461