

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4358982号
(P4358982)

(45) 発行日 平成21年11月4日(2009.11.4)

(24) 登録日 平成21年8月14日(2009.8.14)

(51) Int. Cl.

GO 1 N 21/21 (2006.01)

F I

GO 1 N 21/21 Z

請求項の数 1 (全 6 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2000-325362 (P2000-325362) (22) 出願日 平成12年10月25日(2000.10.25) (65) 公開番号 特開2002-131136 (P2002-131136A) (43) 公開日 平成14年5月9日(2002.5.9) 審査請求日 平成19年8月28日(2007.8.28)</p>	<p>(73) 特許権者 000155023 株式会社堀場製作所 京都府京都市南区吉祥院宮の東町2番地 (74) 代理人 100074273 弁理士 藤本 英夫 (72) 発明者 大槻 久仁夫 京都府京都市南区吉祥院宮の東町2番地 株式会社堀場製作所内 (72) 発明者 西條 豊 京都府京都市南区吉祥院宮の東町2番地 株式会社堀場製作所内 審査官 横井 亜矢子</p>
---	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 分光エリプソメータ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

試料表面に多波長の偏光光をスポット入射する入射光学系と、試料表面で反射した楕円偏光の偏光変化量に基づいて試料表面に関する情報を出力する検出光学系とからなる分光エリプソメータであって、入射光学系に用いる偏光子として、入射と出射表面の形状が各入射・出射光の直進方向に対して直角な曲面を有するプリズムを用いることを特徴とする分光エリプソメータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、物質の表面で光が反射する際の偏光状態の変化を観測して、その物質の光学定数（屈折率、消衰係数）を、また、物質の表面に薄膜層が存在する場合は、その膜厚、光学定数を測定する分光エリプソメータに関する。

【0002】

【従来の技術】

図4に示すように、表面に薄膜を有する試料8の表面8aに、直線偏光6を斜め上方から入射させれば、試料表面8a上の測定対象物である薄膜の厚さや屈折率、消衰係数によって反射光の偏光状態が変化する。

【0003】

これは、P偏光とS偏光で反射の位相のずれ方と反射率によって反射光に差があるため

、この反射光の偏光変化量を測定し、解析計算を行うことによって、試料表面 8 a の薄膜の厚さや屈折率を求めることができる。

【 0 0 0 4 】

ところで、昨今の半導体業界においては、より薄いゲート酸化膜や低吸収膜などが新世代デバイスに採用されていることもあり、超薄膜の膜質評価が求められている。また、フラッシュメモリに採用されている、シリコンの酸化膜と窒化膜を交互に積み重ねた多層膜構造や、SOIウエハ上の多層膜などをより正確に評価することが求められている。

【 0 0 0 5 】

そこで、エリプソメータにおいても、紫外から可視、赤外に至る広い波長領域を高精度に測定できて、薄膜物性の波長依存性測定が可能な分光エリプソメータが注目されている。

10

【 0 0 0 6 】

分光エリプソメータにおいては、多波長の光を直線偏光 6 にするために偏光子が備えられているが、この分光エリプソメータでは、可視光から紫外領域まで波長領域が広く使用され、その消光比や透過率等から、一般に偏光子としてプリズム 5 が使用されている。

【 0 0 0 7 】

【 発明が解決しようとする課題 】

ところが、このプリズム 5 は、10 mm 程度から数十 mm 程度の厚みがあるため、ビーム径を縮小する場合、光の波長に対する屈折率等の違いによって、広い波長領域の全光軸を一点に集中させることができず、たとえば図 5 に示すように、短波長の光軸の集光位置 Q 1 に比較して、長波長の光軸の集光位置 Q 2 が遠くなるといった、色収差が発生する問題があった。

20

【 0 0 0 8 】

ここで、色収差とは、波長による屈折率の相違、すなわち分散によって起こる収差（結像学系がガウス結像の条件を満たさないために生ずる欠陥）のことをいう。

【 0 0 0 9 】

本発明は、かゝる実情に鑑みてなされたものであって、その目的は、極めて簡単かつ合理的な改良技術によって、多波長の全光軸を一点に集中させることを容易に可能とした分光エリプソメータを提供することにある。

【 0 0 1 0 】

【 課題を解決するための手段 】

30

この目的を達成するために、本発明は、試料表面に多波長の偏光光をスポット入射する入射光学系と、試料表面で反射した楕円偏光の偏光変化量に基づいて試料表面に関する情報を出力する検出光学系とからなる分光エリプソメータにおいて、上記の入射光学系に用いる偏光子として、入射と出射表面の形状が各入射・出射光の直進方向に対して直角な曲面を有するプリズム（以下、球面プリズムという。）を用いた点に特徴がある。

【 0 0 1 1 】

この改良技術によれば、マクロ的には、球面プリズムの入射面と出射面が入射光の全光軸に対して直角になることから、入射光の屈折現象が全く起こらなくなり、広い波長領域を使用する場合においても、全波長領域において、光軸を一点に集中させることが可能となり、色収差の発生が効果的に防止される。

40

【 0 0 1 2 】

【 発明の実施の形態 】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。図 1 にこの発明の分光エリプソメータの一実施例を示す。図 1 において、1 は入射光学系で、たとえば 190 ~ 830 nm の広い波長領域の光を入射するキセノンランプ等よりなる白色光源 2 と、スリット 3 と、ビーム縮小光学系（たとえば 2 枚の凹面鏡からなる。）4 と、偏光方位を一定に保つための偏光子としてのプリズム 5 とからなる。

【 0 0 1 3 】

この入射光学系 1 は、光源 2 からの多波長の光を縮小し、かつ、所定の偏光方位の直線偏光 6 にして、これをステージ 7 上の試料 8 の表面 8 a に、所定角度斜め上方からスポット

50

入射するもので、上記のステージ 7 は、水平の X - Y 方向と鉛直の Z 方向の三次元方向に駆動可能に構成されており、試料 8 は、バキュームによってステージ 3 上に吸着保持されるようになっている。

【0014】

9 は検出光学系で、ステージ 7 上の試料表面 8 a で反射した楕円偏光 10 の偏光変化量の情報をたとえば分光器 11 に出力するもので、光弾性変調器 12 と、検光子 13 と、分光器 11 への信号取り出し用の光ファイバー 14 とからなる。

【0015】

白色光源 2 より出た複数の波長を有する入射光は、ビーム縮小光学系 4 によりビーム径を絞られ、偏光子としてのプリズム 5 により一定方向に偏光される。

10

【0016】

このプリズム 5 は、入射と出射表面の形状が各入射・出射光の直進方向に対して直角な曲面を有する球面プリズム 5 であって、この実施の形態では、試料表面 8 a に対する直線偏光 6 のスポット入射点を中心 P とする球面プリズム 5 に構成している。

【0017】

このようにプリズム 5 を球面に構成すると、図 2 に示すように、球面プリズム 5 の入射面と出射面が入射光の全光軸に対して直角になることから、入射光の屈折現象が全く生じず、入射光の全波長領域において、光軸を一点 Q に集中させることが容易に可能となり、この結果、色収差の発生が効果的に防止されることになる。

【0018】

かくして直線偏光 6 となった入射光は、試料表面 8 a (反射面)での反射により、試料 8 や試料表面 8 a の物性特性の結果である振幅及び位相を有する楕円偏光 10 となる。そして、この楕円偏光 10 は、光弾性変調器 12 に入って位相変調され、検光子 13 に入る。その後、光ファイバー 14 を経て、分光器 11 へ送られる。

20

【0019】

光弾性変調器 12 は、典型的には、圧電素子によってつくられた周期的なストレスを受けたガラスのバーからなるが、この他、回転偏光子を用いて、楕円偏光 10 を直線偏光とすることも可能である。また、この光弾性変調器 12 や回転偏光子を入射光学系に設けることが可能である。

【0020】

尚、上記の実施の形態では、球面プリズム 5 を一体成形品としているが、図 3 (A) に示すように、球面プリズム 5 を、直方体のプリズム体 5 a と、それぞれ中心 P まわりの凹曲と凸曲の球面 A 1, A 2 を備えたプリズム体 5 b, 5 c との結合体や、図 3 (B) に示すように、球面プリズム 5 を、それぞれ中心 P まわりの凹曲と凸曲の球面 A 1, A 2 を備えたプリズム体 5 b, 5 c の結合体などに構成変更が可能である。

30

【0021】

以上、半導体試料についての実施例を基に説明を行ってきたが、半導体以外の試料たとえば液晶の表面測定に使用できることは言うまでもない。

【0022】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、偏光子としてのプリズムの入射・出射表面を曲面にすることにより、多波長の全光軸を一点に集中させることが容易に可能な、色収差の発生が効果的に防止される分光エリプソメータを提供でき、よって、より正確、高精度な測定を、多波長を用いた分光エリプソメータで行うことが可能となる。

40

【図面の簡単な説明】

【図 1】分光エリプソメータの構成図である。

【図 2】球面プリズムによる光軸の一点集中の状況を示す説明図である。

【図 3】(A), (B) はそれぞれ別の実施の形態による球面プリズムの構成図である。

【図 4】従来例の分光エリプソメータの構成図である。

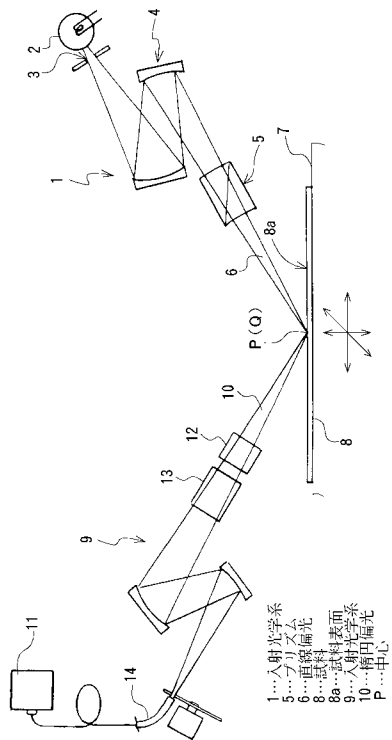
【図 5】従来のプリズムによる光軸の屈折状況を示す説明図である。

50

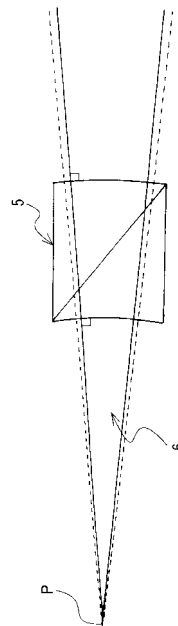
【符号の説明】

1 ... 入射光学系、5 ... プリズム、6 ... 直線偏光、8 ... 試料、8 a ... 試料表面、9 ... 入射光学系、10 ... 楕円偏光、P ... 中心。

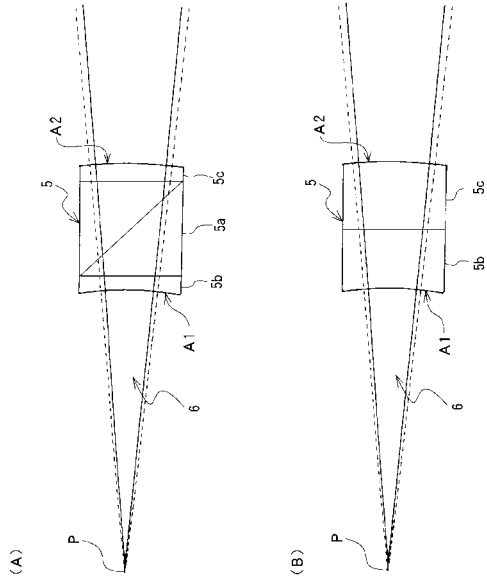
【図1】



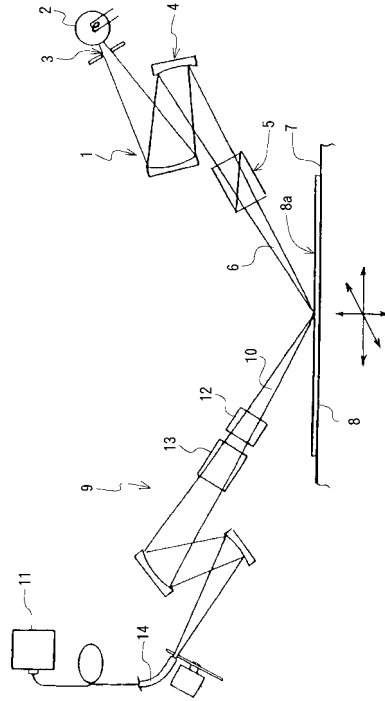
【図2】



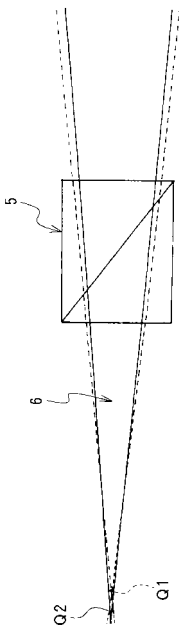
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平07-146212(JP,A)
特開平06-147987(JP,A)
特開平11-101739(JP,A)
特開平09-222563(JP,A)
特開昭59-228611(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01N 21/00-21/01
G01N 21/17-21/61
G01J 3/00- 3/52
G01B 11/00-11/30
JSTPlus(JDreamII)
JST7580(JDreamII)