

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5681453号
(P5681453)

(45) 発行日 平成27年3月11日(2015.3.11)

(24) 登録日 平成27年1月16日(2015.1.16)

(51) Int.Cl.

F 1

H01L 21/301	(2006.01)	H01L 21/78	L
B23K 26/00	(2014.01)	H01L 21/78	B
B23K 26/18	(2006.01)	B23K 26/00	M
		B23K 26/18	

請求項の数 3 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2010-249431 (P2010-249431)
(22) 出願日	平成22年11月8日 (2010.11.8)
(65) 公開番号	特開2012-104533 (P2012-104533A)
(43) 公開日	平成24年5月31日 (2012.5.31)
審査請求日	平成25年10月11日 (2013.10.11)

(73) 特許権者	000134051 株式会社ディスコ 東京都大田区大森北二丁目13番11号
(74) 代理人	100121083 弁理士 青木 宏義
(74) 代理人	100138391 弁理士 天田 昌行
(74) 代理人	100132067 弁理士 岡田 喜雅
(74) 代理人	100137903 弁理士 菅野 亨
(74) 代理人	100150304 弁理士 溝口 勉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】測定方法および測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ワークに紫外線波長域のレーザー光線を照射してレーザー加工する際に発生する加工屑からワークの表面を保護するために前記レーザーの波長の光を吸収する吸収剤を含んだ水溶性樹脂によって形成された保護膜の厚みを測定する測定方法であって、

前記吸収剤を含んだ水溶性樹脂によってワーク表面に所定の厚みとなる様に前記保護膜を形成する保護膜形成工程と、

前記保護膜形成工程の後に、ワーク表面に形成された前記保護膜に前記吸収剤が吸収する250nm以上かつ380nm以下の波長の光を照射して反射強度を測定する強度測定工程と、

前記保護膜形成工程で形成する前記保護膜の厚みを変化させながら前記強度測定工程を行うことで前記保護膜の厚み変化に対する前記反射強度の変化を表すマップを作製するマップ作製工程を含み、

ワークの表面に塗布された前記保護膜の厚みを測定する際は、

前記保護膜に前記吸収剤が吸収する波長の光を照射して前記反射強度を測定し、前記マップに基づいて前記保護膜の厚みを測定する保護膜厚み測定工程を実施することを特徴とする測定方法。

【請求項2】

ワークに可視光波長域のレーザー光線を照射してレーザー加工する際に発生する加工屑からワークの表面を保護するために前記レーザーの波長の光を吸収する吸収剤を含んだ水

溶性樹脂によって形成された保護膜の厚みを測定する測定方法であって、

前記吸収剤を含んだ水溶性樹脂によってワーク表面に所定の厚みとなる様に前記保護膜を形成する保護膜形成工程と、

前記保護膜形成工程の後に、ワーク表面に形成された前記保護膜に前記吸収剤が吸収する460nm以上かつ650nm以下の波長の光を照射して反射強度を測定する強度測定工程と、

前記保護膜形成工程で形成する前記保護膜の厚みを変化させながら前記強度測定工程を行うことで前記保護膜の厚み変化に対する前記反射強度の変化を表すマップを作製するマップ作製工程を含み、

ワークの表面上に塗布された前記保護膜の厚みを測定する際は、

10

前記保護膜に前記吸収剤が吸収する波長の光を照射して前記反射強度を測定し、前記マップに基づいて前記保護膜の厚みを測定する保護膜厚み測定工程を実施することを特徴とする測定方法。

【請求項3】

請求項1又は請求項2に記載の測定方法によって、ワークをレーザー加工する際に発生する加工屑からワークの表面を保護するために前記レーザーの波長の光を吸収する前記吸収剤を含んだ水溶性樹脂によって形成された前記保護膜の厚みを測定する測定装置であつて、

前記吸収剤が吸収する波長の光をワーク表面に形成された前記保護膜に向けて照射する光照射部と、

20

前記光照射部が照射した光の反射光を受光して反射強度を取得する受光部と、

前記保護膜の厚み変化に対する前記反射強度の変化を表すマップを記憶する記憶手段と、

前記受光部で取得した前記反射強度と前記記憶手段で記憶した前記マップに基づいて前記保護膜の厚みを求める算出手段と、を有することを特徴とする測定装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ワーク表面に形成された保護膜の厚みを測定する測定方法および測定装置に関する。

30

【背景技術】

【0002】

半導体ウェーハ等のワークをストリートに沿って分割する方法として、レーザー加工により分割する方法が知られている（例えば、特許文献1参照）。特許文献1のレーザー加工方法では、半導体ウェーハに対するレーザー光線の照射によって、照射領域に発生する熱エネルギーにより半導体ウェーハがストリートに沿って連続的に加工される。半導体ウェーハ上の照射領域には、熱エネルギーが集中してデブリ（加工屑）が発生する場合があり、このデブリがLSIのボンディングパッド等に付着して半導体チップの品質を低下させるという問題がある。

【0003】

この問題を解決するために、本件出願人は、半導体ウェーハ表面に水溶性の保護膜を形成し、保護膜を通して半導体ウェーハにレーザー光線を照射するレーザー加工方法を考案した（例えば、特許文献2参照）。特許文献2のレーザー加工方法では、保護膜を通して半導体ウェーハが加工されるため、レーザー加工により飛散したデブリを保護膜に付着させることができる。そして、洗浄工程においてデブリが付着した保護膜が除去されことで、半導体ウェーハ表面へのデブリの付着を抑制して半導体チップの品質低下を防止する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

40

50

【特許文献1】特開平6-120334号公報

【特許文献2】特開2004-322168号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

レーザー加工により保護膜を通して半導体ウェーハを加工するためには、保護膜の厚みが一定であることが好ましい。すなわち、保護膜の厚みがレーザー加工結果に影響を与えており、保護膜が薄すぎると、半導体ウェーハをデブリから十分に保護できず、保護膜が厚すぎると、レーザー加工の妨げとなる。このため、レーザー加工前に半導体ウェーハ上の保護膜の厚みを精度よく測定する方法が求められていたが、従来の測定方法を行う測定装置は大掛かりかつ高コストであり、測定装置を加工装置の台数分用意したり、加工装置に組み込むことが難しいという問題があった。

10

【0006】

本発明はかかる点に鑑みてなされたものであり、従来の測定装置よりも簡素にワーク表面に形成された保護膜の厚みを精度よく測定できる測定方法および測定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】

【0007】

本発明の測定方法は、ワークに紫外線波長域のレーザー光線を照射してレーザー加工する際に発生する加工屑からワークの表面を保護するために前記レーザーの波長の光を吸収する吸収剤を含んだ水溶性樹脂によって形成された保護膜の厚みを測定する測定方法であって、前記吸収剤を含んだ水溶性樹脂によってワーク表面に所定の厚みとなる様に前記保護膜を形成する保護膜形成工程と、前記保護膜形成工程の後に、ワーク表面に形成された前記保護膜に前記吸収剤が吸収する250nm以上かつ380nm以下の波長の光を照射して反射強度を測定する強度測定工程と、前記保護膜形成工程で形成する前記保護膜の厚みを変化させながら前記強度測定工程を行うことで前記保護膜の厚み変化に対する前記反射強度の変化を表すマップを作製するマップ作製工程を含み、ワークの表面に塗布された前記保護膜の厚みを測定する際は、前記保護膜に前記吸収剤が吸収する波長の光を照射して前記反射強度を測定し、前記マップに基づいて前記保護膜の厚みを測定する保護膜厚み測定工程を実施することを特徴とする。本発明の他の測定方法は、ワークに可視光波長域のレーザー光線を照射してレーザー加工する際に発生する加工屑からワークの表面を保護するために前記レーザーの波長の光を吸収する吸収剤を含んだ水溶性樹脂によって形成された保護膜の厚みを測定する測定方法であって、前記吸収剤を含んだ水溶性樹脂によってワーク表面に所定の厚みとなる様に前記保護膜を形成する保護膜形成工程と、前記保護膜形成工程の後に、ワーク表面に形成された前記保護膜に前記吸収剤が吸収する460nm以上かつ650nm以下の波長の光を照射して反射強度を測定する強度測定工程と、前記保護膜形成工程で形成する前記保護膜の厚みを変化させながら前記強度測定工程を行うことで前記保護膜の厚み変化に対する前記反射強度の変化を表すマップを作製するマップ作製工程を含み、ワークの表面に塗布された前記保護膜の厚みを測定する際は、前記保護膜に前記吸収剤が吸収する波長の光を照射して前記反射強度を測定し、前記マップに基づいて前記保護膜の厚みを測定する保護膜厚み測定工程を実施することを特徴とする。

20

【0008】

本発明の測定装置は、上記測定方法によって、ワークをレーザー加工する際に発生する加工屑からワークの表面を保護するために前記レーザーの波長の光を吸収する前記吸収剤を含んだ水溶性樹脂によって形成された前記保護膜の厚みを測定する測定装置であって、前記吸収剤が吸収する波長の光をワーク表面に形成された前記保護膜に向けて照射する光照射部と、前記光照射部が照射した光の反射光を受光して反射強度を取得する受光部と、前記保護膜の厚み変化に対する前記反射強度の変化を表すマップを記憶する記憶手段と、前記受光部で取得した前記反射強度と前記記憶手段で記憶した前記マップに基づいて前記保護膜の厚みを求める算出手段と、を有することを特徴とする。

30

40

50

【 0 0 0 9 】

これらの構成によれば、保護膜が加工用レーザーの波長の光を吸収する吸収剤を含むため、吸収剤が吸収する波長の光の照射によって、保護膜の厚みの変化に対する反射強度の変化を表すマップが作製される。このマップに基づいて、吸収剤が吸収する波長の光を照射して得られる反射強度から保護膜の厚みを精度よく測定できる。したがって、保護膜の厚みを一定に保った状態でレーザー加工することができ、ワークに対するデブリの付着を抑えてワークの品質低下を防止することができる。

【 0 0 1 0 】

また本発明は、上記測定方法において、前記吸収剤が吸収する光の波長は少なくとも 250 nm 以上かつ 380 nm 以下、もしくは 460 nm 以上かつ 650 nm 以下のいずれかの波長を含んでいる。

10

【発明の効果】**【 0 0 1 1 】**

本発明によれば、ワーク表面に形成された保護膜がレーザーの波長の光を吸収する吸収剤を含むことで、吸収剤が吸収する波長の光により保護膜の厚みを精度よく従来の測定装置よりも簡素に測定できる。

【図面の簡単な説明】**【 0 0 1 2 】**

【図 1】本発明に係る測定方法の実施の形態を示す図であり、レーザー加工装置の斜視図である。

20

【図 2】本発明に係る測定方法の実施の形態を示す図であり、レーザー加工装置の厚み測定処理の光学系の模式図である。

【図 3】本発明に係る測定方法の実施の形態を示す図であり、保護膜の厚みとウェーハの反射強度との関係を示す図である。

【図 4】本発明に係る測定方法の実施の形態を示す図であり、レーザー加工装置の動作のフロー チャートである。

【図 5】本発明に係る測定方法の変形例であり、レーザー加工装置の厚み測定処理の光学系の模式図である。

【発明を実施するための形態】**【 0 0 1 3 】**

30

図 1 を参照して、本発明に係る測定方法が適用されたレーザー加工装置について説明する。図 1 は、本発明の実施の形態に係るレーザー加工装置の斜視図である。なお、本発明の測定方法が適用されるレーザー加工装置は、図 1 に示す構成に限定されない。レーザー加工装置は、ワークに対してレーザー加工するものであれば、どのような構成を有してもよい。また、本発明の測定方法は、図 1 に示すレーザー加工装置に適用される構成に限定されず、例えば、レーザー加工装置とは別体の膜厚測定専用の測定装置に適用される構成としてもよい。

【 0 0 1 4 】

図 1 に示すように、レーザー加工装置 1 は、デブリの付着を防止する保護膜 6 1 (図 2 参照) をウェーハ W に成膜すると共に、成膜後のウェーハ W をレーザー加工するように構成されている。ウェーハ W は、略円板状に形成されており、表面に格子状に配列された図示しないストリート (分割予定ライン) によって複数の領域に区画されている。ストリートによって区画された各領域には、 I C 、 L S I 等のデバイスが形成されている。また、ウェーハ W は、貼着テープ 6 3 を介して環状フレーム 6 2 に支持され、カセット 2 内に収容された状態でレーザー加工装置 1 に搬入および搬出される。

40

【 0 0 1 5 】

なお、本実施の形態においては、ワークとしてシリコンウェーハ (Si) 、ガリウムヒソ (GaAs) 、シリコンカーバイド (SiC) 等のウェーハ W を例に挙げて説明するが、この構成に限定されるものではない。例えば、チップ実装用としてウェーハ W の裏面に設けられる D A F (Die Attach Film) 等の粘着部材、半導体製品のパッケージ、セラミ

50

ック、ガラス、サファイア (Al_2O_3) 系の無機材料基板、液晶ディスプレイドライバー等の各種電気部品、ミクロンオーダーの加工位置精度が要求される各種加工材料をワークとしてもよい。

【0016】

レーザー加工装置 1 は、直方体状のベッド部 3 と、ベッド部 3 の側方に設けられた搬入台 4 と、ベッド部 3 および搬入台 4 の後方で立設する立壁部 5 とを有している。搬入台 4 には、前方側にカセット 2 が載置される搬入搬出機構 1 1 が設けられ、後方側にウェーハ W 表面に保護膜 6 1 を形成する他、加工済みのウェーハ W を洗浄する保護膜形成機構 1 2 が設けられている。搬入搬出機構 1 1 および保護膜形成機構 1 2 の側方には、チャックテーブル 1 3 と、チャックテーブル 1 3 上のウェーハ W をレーザー加工するレーザー加工ユニット 1 4 と、レーザー加工前に、ウェーハ W の保護膜 6 1 の厚みを測定する厚み測定ユニット 1 5 とが設けられている。10

【0017】

搬入台 4 の上面には、搬入搬出機構 1 1 に載置されたカセット 2 に対してウェーハ W を出し入れするプッシュプル機構 1 6 が設けられている。搬入台 4 の上面には、プッシュプル機構 1 6 の駆動時に、ウェーハ W をスライド可能にガイドする一対のガイドレール 1 7 が設けられている。一対のガイドレール 1 7 と保護膜形成機構 1 2との間には、ベッド部 3 および搬入台 4 でウェーハ W の受け渡しを行う搬送機構 1 8 が設けられている。

【0018】

搬入搬出機構 1 1 は、カセット 2 を載置した状態で昇降されることにより、高さ方向におけるウェーハ W の出し入れ位置を調整している。プッシュプル機構 1 6 は、前後方向に移動可能に構成されており、ウェーハ W の周囲の環状フレーム 6 2 を挟持する挟持部 2 3 が設けられている。挟持部 2 3 は、上下方向に離間する一対の平行板を有し、図示しないエアーアクチュエータにより駆動される。20

【0019】

保護膜形成機構 1 2 は、搬入台 4 の上面に形成された開口部 2 5 の中央に、ウェーハ W を保持する成膜用テーブル 2 6 を有している。成膜用テーブル 2 6 は、ウェーハ W を吸着保持する真空チャック式であり、周囲に環状フレーム 6 2 を保持する 4 つのクランプ部 2 7 が設けられている。このクランプ部 2 7 は、成膜用テーブル 2 6 の四方から延びる支持板に振り子状に支持されており、成膜用テーブル 2 6 の回転によって作用する遠心力により跳ね上げられてウェーハ W をクランプする。30

【0020】

搬入台 4 の上面において成膜用テーブル 2 6 の近傍には、液状樹脂供給部 2 8 が設けられている。液状樹脂供給部 2 8 は、成膜用テーブル 2 6 上のウェーハ W の上面に液状樹脂を塗布する。ウェーハ W には、液状樹脂として、レーザーの波長の光を吸収する吸収剤を含むポリビニルアルコール (PVA) 等の水溶性樹脂が塗布される。この場合、紫外線波長域のレーザー光線 (例えば 355 nm の波長) を用いた加工時には、吸収剤として紫外域の範囲 (例えば 250 nm 以上かつ 380 nm 以下の波長) の光を吸収する紫外線吸収剤が添加される。この場合、例えば、ベンゾフェノン系、ベンゾトリアゾール系、トリアジン系、ベンゾエート系のプラスチック添加剤が用いられる。また、可視光の波長域のレーザー光線 (例えば 533 nm の波長) を用いた加工時には、吸収剤として可視光の範囲 (例えば 460 nm 以上かつ 650 nm 以下の波長) の光を吸収する光吸収剤が添加される。この場合、例えば、水溶性染料化合物、水溶性色素化合物が用いられる。そして、保護膜形成機構 1 2 は、成膜用テーブル 2 6 を下降させて搬入台 4 の内部で高速回転させ、液状樹脂をウェーハ W 全面に広げることで成膜する。40

【0021】

また、保護膜形成機構 1 2 は、加工済みのウェーハ W から保護膜 6 1 を除去する洗浄機構としても機能する。搬入台 4 の内部には、図示しない洗浄ノズルが設けられている。保護膜形成機構 1 2 は、成膜用テーブル 2 6 に加工済みのウェーハ W が載置されると、開口部 2 5 を介して成膜用テーブル 2 6 を搬入台 4 内に下降させる。そして、成膜用テーブル

10

20

30

40

50

26は、搬入台4内において高速回転しつつ、洗浄水が噴射されることでウェーハWから水溶性樹脂の保護膜61を洗浄除去する。その後、成膜用テーブル26は、高速回転された状態で洗浄水の噴射が停止され、ウェーハWを乾燥する。

【0022】

搬送機構18は、上下方向に延在する回動軸31と、回動軸31の上端に支持された伸縮アーム32と、伸縮アーム32の先端に設けられ、ウェーハWを吸着保持する吸着保持部33とを有している。回動軸31は、上下動可能かつ回動可能に構成されており、伸縮アーム32は延在方向に伸縮可能に構成されている。吸着保持部33は、回動軸31の回動および伸縮アーム32の伸縮により水平面内における位置調整がされ、回動軸31の上下動により高さ方向における位置調整がされる。

10

【0023】

そして、搬送機構18は、レーザー加工前においては、一対のガイドレール17上のウェーハWをピックアップして、成膜用テーブル26に載置し、成膜用テーブル26上の成膜済みウェーハWをピックアップして、チャックテーブル13に載置する。搬送機構18は、レーザー加工後においては、チャックテーブル13上の加工済みウェーハWをピックアップして、成膜用テーブル26に載置し、成膜用テーブル26上の洗浄済みウェーハWをピックアップして、一対のガイドレール17に戻す。

【0024】

ベッド部3の上面には、チャックテーブル13をX軸方向に加工送りすると共に、Y軸方向に割出送りするチャックテーブル移動機構35が設けられている。チャックテーブル移動機構35は、ベッド部3上においてX軸方向に延在し、互いに平行な一対のガイドレール36と、一対のガイドレール36にスライド可能に設置されたモータ駆動のX軸テーブル37とを有している。また、チャックテーブル移動機構35は、X軸テーブル37上においてY軸方向に延在し、互いに平行な一対のガイドレール38と、一対のガイドレール38にスライド可能に設置されたモータ駆動のY軸テーブル39とを有している。

20

【0025】

Y軸テーブル39の上部には、チャックテーブル13が設けられている。なお、X軸テーブル37およびY軸テーブル39の背面側には、それぞれ図示しないナット部が形成され、これらナット部にボールネジ41、42が螺合されている。そして、ボールネジ41、42の一端部には、それぞれ駆動モータ43、44が連結され、これら駆動モータ43、44によりボールネジ41、42が回転駆動される。

30

【0026】

チャックテーブル13は、Y軸テーブル39の上面においてZ軸回りに回転可能なテーブル45と、テーブル45の上部に設けられ、ウェーハWを吸着保持するワーク保持部46とを有している。ワーク保持部46は、ウェーハWを吸着保持する真空チャック式であり、上面にポーラスセラミック材により吸着面が形成されている。吸着面は、負圧により貼着テープ63を介してウェーハWを吸着する面であり、テーブル45の内部の配管を介して吸引源に接続されている。

【0027】

ワーク保持部46の周囲には、テーブル45の四方から径方向外側に延びる一対の支持アームを介して4つのクランプ部48が設けられている。この4つのクランプ部48は、エアーアクチュエータにより駆動し、ウェーハWの周囲の環状フレーム62を四方から挟持固定する。

40

【0028】

チャックテーブル13の後方に立設した立壁部5には、前面にアーム部51が突出して設けられている。アーム部51の先端側には、厚み測定ユニット15の測定ヘッド52と、レーザー加工ユニット14の加工ヘッド53と、アライメント用の撮像ヘッド54とが横並びに設けられている。測定ヘッド52からは、ウェーハWの保護膜61の厚みを測定する測定光が照射される。加工ヘッド53からは、ウェーハWを加工するレーザー光線が照射される。撮像ヘッド54からは、撮像用の照明光が照射される。測定ヘッド52、加

50

工ヘッド53、撮像ヘッド54、アーム部51、立壁部5内には、各種光学系が設けられている。

【0029】

測定光は、吸収剤を含む水溶性樹脂により形成されたウェーハWの保護膜61によって吸収可能な波長に調整されている。例えば、紫外線波長域でレーザー加工される場合には、上記したように紫外線波長域の光を吸収可能な吸収剤が用いられるため、紫外線の範囲内に測定光の波長が合わせられる。また、可視光の波長域でレーザー加工される場合には、可視光を吸収可能な吸収剤が用いられるため、可視光の範囲内に測定光の波長が合わせられる。厚み測定ユニット15は、測定光の吸収によって減少されたウェーハWからの反射光を受光することで保護膜61の厚みを測定する。この場合、予めベッド部3内の制御部19に記憶された保護膜61の厚みの変化に対する反射強度の変化を示すマップを参照して、保護膜61の厚みが測定される。そして、保護膜61の厚みが所定範囲内の場合には、レーザー加工ユニット14によってレーザー加工が開始され、保護膜61の厚みが所定範囲外の場合には、保護膜形成機構12において保護膜61が形成し直される。10

【0030】

このように、レーザー加工ユニット14では、保護膜61の厚みが一定のウェーハWのみがレーザー加工される。よって、レーザー加工時における保護膜61の厚みに起因する不具合が改善され、ウェーハWに対するデブリの付着を抑えてウェーハWの品質低下が防止される。このとき、保護膜61にレーザーの波長の光を吸収する吸収剤が添加されているため、レーザー加工時にウェーハWの加工と共に保護膜61も除去される。このため、ウェーハWの熱分解物の蒸気等の圧力によって、保護膜61が剥がれることなく、保護膜61の剥がれに起因するデブリの付着も防止される。20

【0031】

厚み測定ユニット15による測定位置およびレーザー加工ユニット14による加工位置は、撮像ヘッド54によるアライメント処理により位置調整される。撮像ヘッド54は、CCD等の撮像素子によりウェーハWの表面を撮像して撮像画像をベッド部3内の制御部19に出力する。制御部19は、予め記憶部に記憶された基準パターンと撮像画像に含まれるチップパターンとをマッチングさせることにより、アライメント処理を実施する。このアライメント処理により、厚み測定時にはウェーハWの毎回同じ位置の保護膜61の厚みを測定するので、ウェーハ表面の材質（基板、デバイス）の違いに起因した測定結果のばらつきが抑えられ、レーザー加工時にはストリートに沿って精度よくレーザー加工される。30

【0032】

制御部19は、レーザー加工装置1を統括制御するものであり、各種処理を実行するプロセッサ（算出手段）や、記憶部（記憶手段）等により構成されている。記憶部は、用途に応じてROM（Read Only Memory）、RAM（Random Access Memory）等の一つ又は複数の記憶媒体で構成される。記憶部には、厚み測定処理、アライメント処理、レーザー加工処理の各処理に用いられる制御プログラム等が記憶されている。また、記憶部には、厚み測定処理に用いるマップ、アライメント処理に用いる基準パターンが記憶されている。40

【0033】

図2を参照して、レーザー加工装置の厚み測定処理の光学系について説明する。図2は、本発明の実施の形態に係るレーザー加工装置の厚み測定処理の光学系の模式図である。なお、レーザー加工処理のレーザー光学系、アライメント処理の読み取り光学系については、詳細な説明を省略するが、一般的な構成を備えたものである。

【0034】

図2に示すように、レーザー加工装置の光学系には、ウェーハWの保護膜61の厚みを測定するための測定用光源55が設けられている。測定用光源55は、吸収剤に吸収される波長の測定光（本実施形態ではレーザー光線を用いる）を発振可能に設定されている。測定用光源55から出射された測定光の光路上には、ハーフミラー56、ミラー57、集50

光レンズ58が配置されている。ハーフミラー56は測定用光源55から出射された測定光を透過してミラー57に導き、ウェーハWからの反射光を、ミラー57を介して受光部59に導くように構成されている。測定用光源55、ハーフミラー56、ミラー57、集光レンズ58は、測定光を保護膜61に向けて照射する光照射部として機能する。

【0035】

受光部59は、図示しない受光素子等により、ウェーハWからの反射強度を電圧信号に変換して制御部19に出力する。制御部19では、レーザー加工装置1の加工ヘッド53の稼働前の予備測定時に電圧信号に基づいて反射強度のマップを作製する他、レーザー加工装置1の加工ヘッド53の稼働時に当該マップを用いて保護膜の厚みを測定する。集光レンズ58は、光軸方向に駆動可能に構成されており、測定光の集点を調整する。このとき、測定光が集光されることで、凹凸面のあるウェーハW表面に形成された保護膜61の厚みを測定する際に光の散乱が抑えられ効率的に測定される。なお、集光レンズ58は、単レンズ、または組み合わせレンズで構成されている。また、マップの作成処理および測定処理の詳細については、後述する。

【0036】

測定用光源55から出射された測定光は、ハーフミラー56を透過してミラー57にて集光レンズ58に向けて反射され、集光レンズ58により集光されてウェーハWの保護膜61に照射される。保護膜61は、吸収剤により測定光を吸収して、ウェーハWからの測定光の反射強度を減少させる。そして、ウェーハWからの反射光は、集光レンズ58を介してミラー57に入射され、ミラー57およびハーフミラー56で反射されて受光部59に入射される。なお、本実施の形態においては、厚み測定処理、レーザー加工処理、アライメント処理に用いられる光学系を個別に設ける構成としたが、共通の光学系で構成されてもよい。この場合、測定光として単位面積あたりの照射エネルギーを低く設定して、加工用のレーザー光線を用いてもよい。

【0037】

ここで、図3を参照して、保護膜の厚みとウェーハの反射強度との関係について説明する。図3は、保護膜の厚みとウェーハの反射強度との関係を示す図である。なお、図3では、実線は保護膜が吸収剤を含む場合の実測強度曲線、破線は保護膜が吸収剤を含まない場合の理想強度曲線、ドットは保護膜が吸収剤を含まない場合の実測データをそれぞれ示す。また、ここでは吸収剤として紫外線吸収剤、測定光として紫外線波長の光が用いられるものとする。

【0038】

上記した厚み測定ユニット15により、紫外線波長域の測定光がウェーハWに照射されることで、保護膜61を通してウェーハWの反射強度が得られる。さらに、測定光の波長を維持した状態で、紫外線吸収剤の有無および保護膜61の厚みを変化させることで、例えば、図3に示すような測定結果が得られる。実線に示すように、保護膜61が紫外線吸収剤を含む場合には、保護膜61の厚みの増加に伴い、ウェーハWの反射強度がリニアに減少する。保護膜61の厚みが大きくなると、紫外線吸収剤による測定光の吸収量が増加するためである。本発明では、この保護膜61の厚みの変化に対する反射強度の変化を利用して、ウェーハWの保護膜61の厚みが測定される。

【0039】

一方、破線に示すように、保護膜61が紫外線吸収剤を含まない場合には、保護膜61表面からの反射光と保護膜61底面（ウェーハW表面）からの反射光との干渉により、保護膜61の厚みの増加に伴って増減を繰り返しながら減衰する。よって、反射光の干渉の影響により保護膜61の厚みに対して反射強度がリニアに推移せず、保護膜61の膜厚を測定することが困難である。この場合、反射光による干渉を考慮して、反射強度を補正することも考えられる。しかしながら、実際には破線に示すように理想的に増減することなく、ドットに示すように反射強度が不規則にバラけるため反射光による干渉を補正することが困難である。

【0040】

10

20

30

40

50

このように、レーザー加工装置1の加工ヘッド53の稼働時の厚み測定処理時には、図3の実線に示すような反射強度のマップを参照して、保護膜61の厚みが測定される。このマップは、レーザー加工装置1の加工ヘッド53の稼働前の予備測定時に作製される。具体的には、保護膜61が形成されないウェーハWから保護膜61が厚めに形成されたウェーハWまで、保護膜61の厚みが異なるウェーハWを複数用意し、各ウェーハWに対して紫外線波長域の測定光を照射する。そして、保護膜61を通してウェーハWからの反射光を受光することで、保護膜61の厚みの変化に応じた反射強度データが制御部19に入力される。制御部19は、反射強度データからマップを作製して記憶する。

【0041】

マップの作製処理は、加工対象であるウェーハWの種類が変わる毎に行われる。これは、ウェーハの種類に応じて材質が異なるため、ウェーハWの反射強度が変わるからである。なお、図3の実線に示すマップは、一例に過ぎず、測定光の波長、測定対象の膜厚等を適宜変更することが可能である。

【0042】

ここで、図4を参照してレーザー加工装置の動作について説明する。図4は、本発明の実施の形態に係るレーザー加工装置の動作のフローチャートである。レーザー加工装置1の加工ヘッド53の稼働前には、予備測定が行われて反射強度のマップが作製される。ここでは、搬送機構18により保護膜61が形成されていないマップ作製用のウェーハWが保護膜形成機構12に搬送され、ウェーハW表面に所定の厚みとなるように保護膜61が形成される（保護膜形成工程：ステップS01）。なお、保護膜形成工程では従来の膜厚測定装置を使用して保護膜61が所定の厚みであることの確認を行う。次に、搬送機構18によりウェーハWがチャックテーブル13に搬送され、吸収剤に吸収される波長の測定光がウェーハWに照射されることで、保護膜61を通してウェーハWの反射強度が測定される（強度測定工程：ステップS02）。そして、保護膜形成工程でウェーハWに形成する保護膜61の厚みを変化させながらスペクトル測定工程を必要回数繰り返すことで、保護膜61の厚みの異なる複数のウェーハWの反射強度が測定される。測定結果は、制御部19に入力されて保護膜61の厚みの変化に対する反射強度の変化を表すマップが作製される（マップ作製工程）。そして、マップ作製工程が終了することで予備測定が終了する。なお、保護膜61の測定位置は、撮像ヘッド54によるアライメント処理により調整されている。

【0043】

次に、レーザー加工装置の加工ヘッド53が稼働されると、プッシュプル機構16によりカセット2内から加工対象のウェーハWが一対のガイドレール17上に引き出され、搬送機構18によりウェーハWが保護膜形成機構12の成膜用テーブル26に搬送される。保護膜形成機構12において加工対象のウェーハW表面に所定の厚みとなるように保護膜61が形成される（ステップS03）。ここでは、成膜用テーブル26上のウェーハWに対し液状樹脂供給部28から液状樹脂が塗布される。そして、成膜用テーブル26が搬入台4内部で高速回転されることで、液状樹脂によりウェーハW全面が成膜される。

【0044】

次に、搬送機構18によりウェーハWがチャックテーブル13に搬送され、チャックテーブル13により測定ヘッド52の下方に位置付けられる。測定ヘッド52の下方にウェーハWが位置付けられると、ウェーハWの保護膜61の厚みが測定される（保護膜厚み測定工程：ステップS04）。ここでは、撮像ヘッド54によってアライメント処理が行われて、測定ヘッド52の測定位置が保護膜61上の任意の位置に調整される。測定ヘッド52により保護膜61に測定光が照射され、保護膜61の測定光の吸収によって減少されたウェーハWからの反射強度が検出される。そして、制御部19において反射強度のマップに基づいて保護膜61の厚みが測定される。

【0045】

次に、制御部19において保護膜61の厚みが所定範囲内か否かが判定される（ステップS05）。ここでは、例えば、保護膜厚み測定工程において測定された保護膜61の厚

10

20

30

40

50

みとマップ作製工程において予め定められた判定用の上限閾値と下限閾値とが比較される。そして、保護膜61の厚みが下限閾値以上かつ上限閾値以下の場合に、適切な厚みの保護膜61として所定範囲内と判定される。保護膜61の厚みが下限閾値より小さい場合または上限閾値より大きい場合に、厚過ぎまたは薄過ぎの保護膜61として所定範囲外と判定される。なお、ステップS05の判定処理は、保護膜61上の数か所(例えば、5箇所)で行われる。また、判定処理は、保護膜61の厚みの異常を特定可能であればよく、例えば、数か所の厚みのバラツキから判定してもよい。

【0046】

保護膜61の厚みが所定範囲内と判定されると(ステップS05: Yes)、レーザー加工が開始される(ステップS06)。ここでは、加工ヘッド53の射出口がウェーハWのストリートに位置合わせされ、ストリートに沿ってレーザー光線が照射される。この場合、ウェーハWの保護膜61が適切な厚みに形成されているため、保護膜61の厚みに起因した不具合が改善され、ウェーハWに対するデブリの付着を抑えてウェーハWの品質低下が防止される。また、保護膜61にはレーザー光線を吸収する吸収剤が含まれるため、レーザー光線により保護膜61が除去されつつウェーハWがレーザー加工される。これにより、保護膜61の剥がれに起因するデブリの付着も防止される。

【0047】

次に、ウェーハWの全てのストリートが加工されると、搬送機構18により加工済みのウェーハWがチャックテーブル13から保護膜形成機構12の成膜用テーブル26に搬送される。本実施形態では水溶性樹脂を保護膜61として使用しているので、保護膜形成機構12において加工済みのウェーハWから保護膜が洗浄除去される(ステップS07)。ここでは、搬入台4内部で洗浄水が噴射されながら、成膜用テーブル26が高速回転されることで、ウェーハW表面から保護膜61と共にデブリが洗い流される。そして、搬送機構18により洗浄済みのウェーハWが成膜用テーブル26から一対のガイドレール17に搬送され、プッシュプル機構16によりウェーハWがカセット2に収容される。

【0048】

一方、保護膜61の厚みが所定範囲外と判定されると(ステップS05: No)、保護膜厚み測定工程におけるウェーハWに対する保護膜61の形成回数が所定回数n以下か否かが判定される(ステップS08)。保護膜61の形成回数が所定回数n以下と判定された場合(ステップS08: Yes)、保護膜形成機構12に搬送されて、ステップS07と同様な洗浄処理によりウェーハWから保護膜61が洗い流され(ステップS09)、ステップS03に戻って保護膜61が形成し直される。また、保護膜61の形成回数が所定回数nより多いと判定された場合(ステップS08: No)、制御部19によりエラーが出力されてレーザー加工装置1が停止される(ステップS10)。なお、保護膜61の形成回数は、ステップS03の保護膜形成処理時にカウントされるが、ステップS04の保護膜61の厚み測定時およびステップS05の判定処理時にカウントされる構成としてもよい。また、レーザー加工装置1は、複数枚のウェーハWを加工する場合には、稼働時の処理(ステップS03～ステップS10)を枚数繰り返す。

【0049】

以上のように、本実施の形態に係る測定方法によれば、保護膜61の厚みの変化に対する反射強度の変化を表すマップに基づいて、ウェーハWに吸収剤が吸収する光を照射して得られる反射強度から保護膜61の厚みを精度よく従来の測定装置よりも簡素に測定できる。したがって、測定装置を加工装置の台数分用意したり、加工装置に組み込むことが容易となり、保護膜61の厚みを一定に保った状態でレーザー加工することができ、ウェーハWに対するデブリの付着を抑えてウェーハWの品質低下を防止することができる。

【0050】

なお、光学系として、例えば、図5に示すような射光式の光学系を用いてよい。なお、図5は、可視光でレーザー加工される場合に用いられる厚み測定用の光学系を示すが、紫外光でレーザー加工される場合に用いられる厚み測定用の光学系に適用することも可能である。図5に示すように、この光学系の照射系側には、ウェーハWの保護膜61の厚み

10

20

30

40

50

を測定するための測定用光源として白色光源65が設けられている。白色光源65は、ウェーハW表面に対して斜めに照射するように構成されており、白色光源65から出射された光吸収剤が吸収する波長の光を含む測定光の光路上には、測定光の焦点を調整する集光レンズ66が配置されている。白色光源65及び集光レンズ66は、測定光を保護膜61に向けて照射する光照射部として機能する。

【0051】

この光学系の受光系側には、ウェーハWからの反射光を受光して反射強度を測定する受光部69が設けられている。ウェーハW表面から受光部69に向かう反射光の光路上には、任意波長の光以外を遮断するバンドパスフィルタ67、バンドパスフィルタ67を通った光を受光部69の受光面に集光する集光レンズ68が配置されている。なお、集光レンズ66、68は、単レンズ、または組み合わせレンズで構成されている。10

【0052】

白色光源65から出射された測定光は、集光レンズ66により集光されてウェーハW表面に対して斜めに照射される。保護膜61は、吸収剤により測定光を吸収して、ウェーハWからの測定光の反射強度を減少させる。そして、ウェーハWからの反射光は、バンドパスフィルタ67、集光レンズ68を介して受光部69に入射される。なお、バンドパスフィルタ67の代わりに分光器により反射光を分光して、任意波長の光を取得する構成としてもよい。

【0053】

また、上記した実施の形態においては、保護膜の厚みと反射強度との関係を示す測定データとして、マップ形式のデータが用いられたが、この構成に限定されるものではない。測定データは、保護膜の厚みと反射強度との関係を示すデータであればよく、例えば、保護膜の厚みの変化に対するウェーハからの反射強度の変化を示すテーブル形式のデータでもよい。20

【0054】

また、上記した実施の形態においては、保護膜が吸収剤を含む水溶性樹脂により形成されたが、この構成に限定されるものではない。保護膜は、吸収剤を含み、洗浄可能であれば、水溶性樹脂以外の樹脂材料により形成されてもよい。

【0055】

また、今回開示された実施の形態は、全ての点で例示であってこの実施の形態に制限されるものではない。本発明の範囲は、上記した実施の形態のみの説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内での全ての変更が含まれることが意図される。30

【産業上の利用可能性】

【0056】

以上説明したように、本発明は、吸収剤が吸収する波長の光により保護膜の厚みを精度よく測定できるという効果を有し、特に、レーザー加工によりワークを分割するレーザー加工装置に適用される測定方法および測定装置に有用である。

【符号の説明】

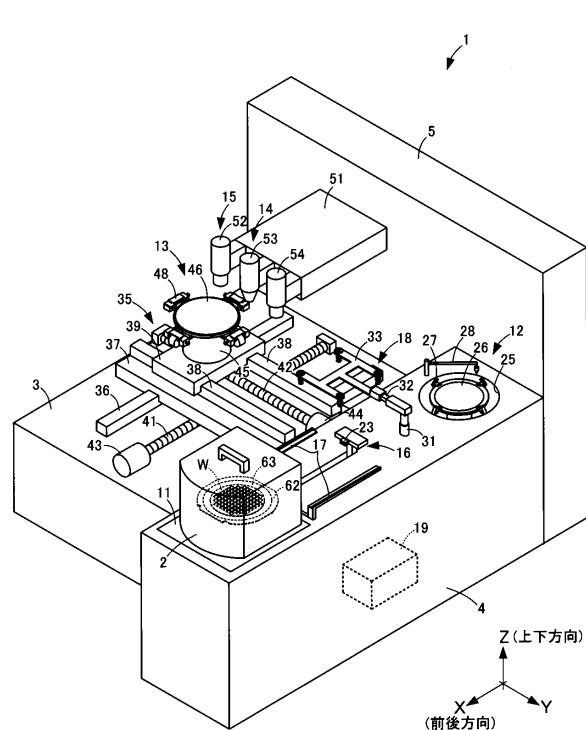
【0057】

- 1 レーザー加工装置(測定装置)
- 1 1 搬入搬出機構
- 1 2 保護膜形成機構
- 1 3 チャックテーブル
- 1 4 レーザー加工ユニット
- 1 5 厚み測定ユニット
- 1 6 プッシュプル機構
- 1 8 搬送機構
- 1 9 制御部(記憶手段、算出手段)
- 2 8 液状樹脂供給部

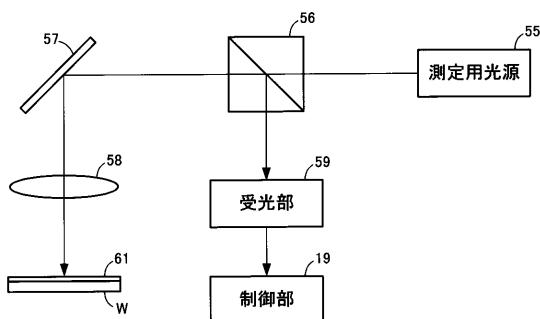
1020304050

- 5 2 測定ヘッド
5 3 加工ヘッド
5 4 撮像ヘッド
5 5 測定用光源（光照射部）
5 6 ハーフミラー（光照射部）
5 7 ミラー（光照射部）
5 8、6 6 集光レンズ（光照射部）
5 9 受光部
6 1 保護膜
6 5 白色光源（光照射部）
W ウェーハ（ワーク）

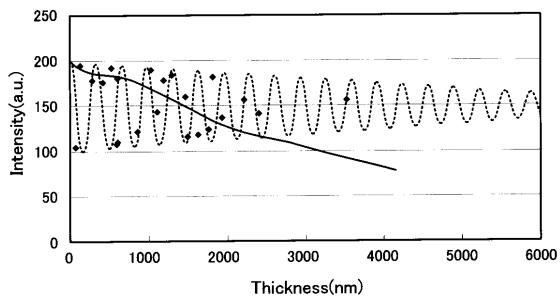
【 図 1 】



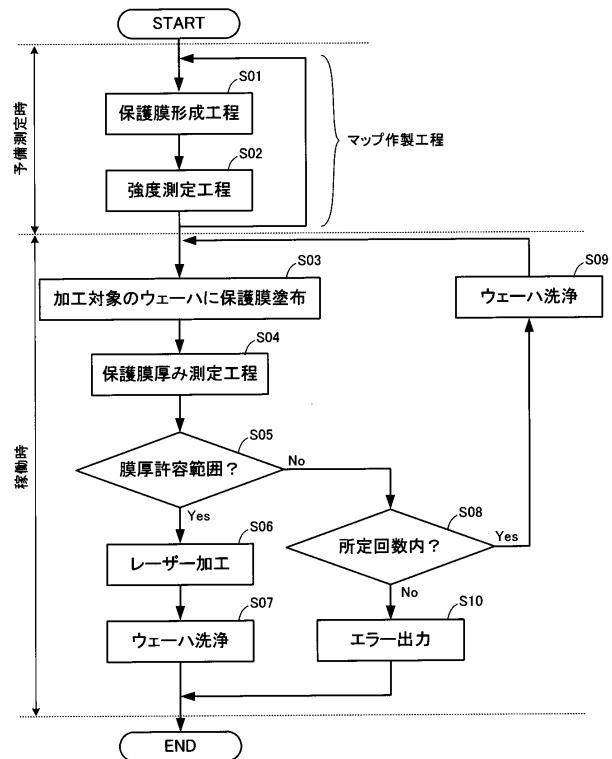
【 义 2 】



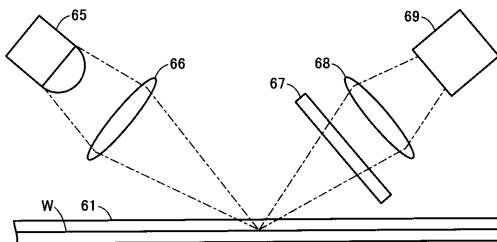
(义 3)



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 北原 信康

東京都大田区大森北二丁目13番11号 株式会社ディスコ内

(72)発明者 高橋 邦充

東京都大田区大森北二丁目13番11号 株式会社ディスコ内

(72)発明者 大浦 幸伸

東京都大田区大森北二丁目13番11号 株式会社ディスコ内

審査官 矢澤 周一郎

(56)参考文献 特開2006-140311(JP,A)

特開昭62-043503(JP,A)

特開2008-229706(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 21/301

B23K 26/00

B23K 26/18

H01L 21/66

G01B 11/06