

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6802012号
(P6802012)

(45) 発行日 令和2年12月16日(2020.12.16)

(24) 登録日 令和2年11月30日(2020.11.30)

(51) Int.Cl.		F I			
GO 1 B	11/02	(2006.01)	GO 1 B	11/02	G
GO 1 N	21/45	(2006.01)	GO 1 N	21/45	Z
HO 1 L	21/66	(2006.01)	HO 1 L	21/66	P

請求項の数 1 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2016-171392 (P2016-171392)	(73) 特許権者	000134051
(22) 出願日	平成28年9月2日(2016.9.2)		株式会社ディスコ
(65) 公開番号	特開2018-36213 (P2018-36213A)		東京都大田区大森北二丁目13番11号
(43) 公開日	平成30年3月8日(2018.3.8)	(74) 代理人	100075177
審査請求日	令和1年7月25日(2019.7.25)		弁理士 小野 尚純
		(74) 代理人	100113217
			弁理士 奥貫 佐知子
		(74) 代理人	100202496
			弁理士 鹿角 剛二
		(74) 代理人	100202692
			弁理士 金子 吉文
		(72) 発明者	能丸 圭司
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 計測装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

板状物の厚み、又は高さを計測する計測装置であって、
板状物に対して透過性を有する波長域の光をパルス光で発するパルスブロードバンド光源と、

該パルスブロードバンド光源が発したパルス光を伝達し伝達距離に応じて異なる波長に該1つのパルス光を分光して逆行させるファイバブラッググレーティングと、

該ファイバブラッググレーティングに配設され逆行したパルス光を分岐し光ファイバに伝達する光ファイバ伝達手段と、

該光ファイバの端部を2分岐して一方の端面に配設され該光ファイバを逆行する第1の戻り光を生成するミラーと、他方の端面に配設されパルス光を板状物に集光する対物レンズを備えた測定端子と、

該第1の戻り光、及び該板状物の上面で反射したパルス光と該板状物を透過し下面で反射したパルス光とが干渉し該光ファイバを逆行した第2の戻り光を分岐する光分岐手段と、

該光分岐手段で分岐した第1の戻り光と第2の戻り光の該1つのパルス光に含まれる波長毎のパルス光における時間差から波長を求め各波長の光の強度を検出して分光干渉波形を生成する分光干渉波形生成手段と、

該分光干渉波形生成手段が生成した分光干渉波形を波形解析して板状物の厚み、又は高さを算出する算出手段と、

10

20

から少なくとも構成される計測装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、板状物の厚み、又は高さを計測する計測装置に関する。

【背景技術】

【0002】

IC、LSI等の複数のデバイスが分割予定ラインによって区画され表面に形成されたウエーハは、研削装置によって裏面が研削されて所定の厚みに形成された後、ダイシング装置、レーザー加工装置によって個々のデバイスに分割され、携帯電話、パソコン等の電気機器に利用される。

10

【0003】

研削装置は、ウエーハを保持するチャックテーブルと、該チャックテーブルに保持されたウエーハの裏面を研削する研削砥石が環状に配された研削ホイールを回転可能に配設された研削手段を備え、ウエーハの厚みを分光干渉波形によって非接触で検出する検出手段を備えることによりウエーハを所望の厚みに研削する技術が提案されている（例えば、特許文献1を参照。）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

20

【特許文献1】特開2011-143488号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、上記した特許文献1に記載された技術において厚みや高さを検出しようとした場合、被加工物の上面、及び下面にて反射した反射光を分岐した後に、反射光を平行光とするコリメーションレンズ、回析格子により両反射光の干渉を回析し、さらに、各波長に対応する回析信号を集光レンズを介してラインイメージセンサーに送り、該ラインイメージセンサー等により検出した反射光の各波長における光強度を検出して分光干渉波形を求める必要がある。このことから、厚さや高さを計測するために搭載される装置が多くなり、構成が複雑で装置全体が高額になるという問題がある。

30

【0006】

本発明は、上記事実を鑑みなされたものであり、その主たる技術課題は、構成が単純で安価な計測装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記主たる技術課題を解決するため、本発明によれば、板状物の厚み、又は高さを計測する計測装置であって、板状物に対して透過性を有する波長域の光をパルス光で発するパルスブロードバンド光源と、該パルスブロードバンド光源が発したパルス光を伝達し伝達距離に応じて異なる波長に該1つのパルス光を分光して逆行させるファイバブラッググレーティングと、該ファイバブラッググレーティングに配設され逆行したパルス光を分岐し光ファイバに伝達する光ファイバ伝達手段と、該光ファイバの端部を2分岐して一方の端面に配設され該光ファイバを逆行する第1の戻り光を生成するミラーと、他方の端面に配設されパルス光を板状物に集光する対物レンズを備えた測定端子と、該板状物の上面で反射したパルス光と該板状物を透過し下面で反射したパルス光とが干渉し該光ファイバを逆行した第2の戻り光を分岐する光分岐手段と、該光分岐手段で分岐した第1の戻り光と第2の戻り光の該1つのパルス光に含まれる波長毎のパルス光における時間差から波長を求め各波長の光の強度を検出して1パルスにおける分光干渉波形を生成する分光干渉波形生成手段と、該分光干渉波形生成手段が生成した分光干渉波形を波形解析して板状物の厚み、又は高さを算出する算出手段と、から少なくとも構成される計測装置が

40

50

提供される。

【発明の効果】

【0008】

本発明による計測装置は、上述したように構成され、特に、板状物に対して透過性を有する波長域の光をパルス光で発するパルスブロードバンド光源と、該パルスブロードバンド光源が発したパルス光を伝達し伝達距離に応じて異なる波長に該1つのパルス光を分光して逆行させるファイバブラッググレーティングと、該ファイバブラッググレーティングに配設され逆行したパルス光を分岐し光ファイバに伝達する光ファイバ伝達手段と、該光ファイバの端部を2分岐して一方の端面に配設され該光ファイバを逆行する第1の戻り光を生成するミラーと、他方の端面に配設されパルス光を板状物に集光する対物レンズを備えた測定端子と、該板状物の上面で反射したパルス光と該板状物を透過し下面で反射したパルス光とが干渉し該光ファイバを逆行した第2の戻り光を分岐する光分岐手段と、該光分岐手段で分岐した第1の戻り光と第2の戻り光の該1つのパルス光に含まれる波長毎のパルス光における時間差から波長を求め各波長の光の強度を検出して1パルスにおける分光干渉波形を生成する分光干渉波形生成手段と、該分光干渉波形生成手段が生成した分光干渉波形を波形解析して板状物の厚み、又は高さを算出する算出手段と、から構成されていることにより、単純な構成で厚みばらつきを計測することができ、安価な計測装置を提供することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明に基づき構成される計測装置が適用される研削装置の斜視図である。

【図2】本発明に基づき構成される計測装置の構成を説明するための説明図である。

【図3】図2に示す計測装置により生成される分光干渉波形の一例、及び該分光干渉波形を波形解析することによって得られる光路長差と信号強度との一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明による計測装置について添付図面を参照して、詳細に説明する。

【0011】

図1には、本発明の計測装置を備えた研削装置1の全体斜視図、及び本発明の計測装置により厚み、高さが計測される板状物としてのウエーハ10が示されている。図に示す研削装置1は、全体を番号2で示す装置ハウジングを備えている。この装置ハウジング2は、略直方体形状の主部21と、該主部21の後端部(図1において右上端)に設けられ上方に延びる直立壁22とを有している。直立壁22の前には、研削手段としての研削ユニット3が上下方向に移動可能に装着されている。

30

【0012】

研削ユニット3は、移動基台31と該移動基台31に装着されたスピンドルユニット4を備えている。移動基台31は、直立壁22に配設された一对の案内レールと摺動可能に係合するように構成されている。このように直立壁22に設けられた一对の該案内レールに摺動可能に装着された移動基台31の前には、前方に突出した支持部を介して研削手段としてのスピンドルユニット4が取り付けられる。

40

【0013】

該スピンドルユニット4は、スピンドルハウジング41と、該スピンドルハウジング41に回転自在に配設された回転スピンドル42と、該回転スピンドル42を回転駆動するための駆動源としてのサーボモータ43とを備えている。スピンドルハウジング41に回転可能に支持された回転スピンドル42は、一端部(図1において下端部)がスピンドルハウジング41の下端から突出して配設されており、下端部にはホイールマウント44が設けられている。そして、このホイールマウント44の下面に研削ホイール5が取り付けられる。この研削ホイール5の下面には複数のセグメントから構成された研削砥石51が配設されている。

【0014】

50

図示の研削装置 1 は、研削ユニット 3 を該一对の案内レールに沿って上下方向（後述するチャックテーブルの保持面に対して垂直な方向）に移動させる研削ユニット送り機構 6 を備えている。この研削ユニット送り機構 6 は、直立壁 2 2 の前側に配設され実質上鉛直に延びる雄ねじロッド 6 1、該雄ねじロッド 6 1 を回転駆動するための駆動源としてのパルスモータ 6 2 を備え、該移動基台 3 1 の背面に備えられた図示しない雄ねじロッド 6 1 の軸受部材等から構成される。このパルスモータ 6 2 が正転すると移動基台 3 1 即ち研削ユニット 3 が下降即ち前進させられ、パルスモータ 6 2 が逆転すると移動基台 3 1 即ち研削ユニット 3 が上昇即ち後退させられる。

【 0 0 1 5 】

上記ハウジング 2 の主部 2 1 に被加工物としての板状物（ウエーハ 1 0）を保持する保持手段としてのチャックテーブル機構 7 が配設されている。チャックテーブル機構 7 は、チャックテーブル 7 1 と、該チャックテーブル 7 1 の周囲を覆うカバー部材 7 2 と、該カバー部材 7 2 の前後に配設された蛇腹手段 7 3 および 7 4 を備えている。チャックテーブル 7 1 は、その上面（保持面）にウエーハ 1 0 を図示しない吸引手段を作動することにより吸引保持するように構成されている。さらに、チャックテーブル 7 1 は、図示しない回転駆動手段によって回転可能に構成されると共に、図示しないチャックテーブル移動手段によって図 1 に示す被加工物載置域 7 0 a と研削ホイール 5 と対向する研削域 7 0 b との間（矢印 X で示す X 軸方向）で移動させられる。

【 0 0 1 6 】

なお、上述したサーボモータ 4 3、パルスモータ 6 2、図示しないチャックテーブル移動手段等は、後述する制御手段 2 0 により制御される。また、ウエーハ 1 0 は、図示の実施形態においては外周部に結晶方位を表すノッチが形成されており、その表面に保護部材としての保護テープ 1 2 が貼着され、この保護テープ 1 2 側がチャックテーブル 7 1 の上面（保持面）に保持される。

【 0 0 1 7 】

図示の研削装置 1 は、チャックテーブル 7 1 に保持されるウエーハ 1 0 の厚み、高さを計測する計測装置 8 を備えている。この計測装置 8 は、計測ハウジング 8 0 を備えており、図に示すように装置ハウジング 2 を構成する直方体形状の主部 2 1 の上面において、チャックテーブル 7 1 が被加工物載置領域 7 0 a から研削域 7 0 b 間を移動させられる経路途中の側方に配設され、チャックテーブル 7 1 が被加工物載置領域 7 0 a と研削域 7 0 b 間を移動する際に、チャックテーブル 7 1 上に保持されるウエーハ 1 0 を上方から計測可能に配置されている。該計測ハウジング 8 0 の下面には、直下に位置付けられるチャックテーブル 7 1 を望むように測定端子 8 1 が備えられており、図中矢印 Y で示す方向（Y 軸方向）に往復動可能に構成されている。該計測装置 8 については、図 2 を参照しながら更に詳細に説明する。

【 0 0 1 8 】

図示の実施形態における計測装置 8 は、被加工物としてのウエーハ 1 0 に対して透過性を有する所定の波長（例えば、波長 1 1 0 0 nm ~ 1 9 0 0 nm）を含むパルス光を発振するブロードバンド光源（以下「パルスブロードバンド光源 8 2」という。）と、該パルスブロードバンド光源 8 2 からのパルス光 L B 1 が入射される光ファイバー伝達手段 8 3 a と、光ファイバー伝達手段 8 3 a を介してパルス光 L B 1 が入射されるファイバースラッググレーティング 8 3 と、該ファイバースラッググレーティング 8 3 で反射し逆行した光が光ファイバー伝達手段 8 3 a で分岐され伝達される光ファイバー f 2 と、該光ファイバー f 2 に接続される光ファイバー f 3 と、該光ファイバー f 3 の端部を 2 つの光路に分岐して一方の光路を形成する光ファイバー f 4 の端面に配設され該光ファイバー f 4 を逆行する第 1 の戻り光を生成するミラー 8 1 c と、該 2 つに分岐された他方の光路（光ファイバー f 3）の端面に配設され、該光ファイバー f 3 に伝達された光をウエーハ 1 0 に集光する対物レンズ 8 1 a を備えた測定端子 8 1 と、該対物レンズ 8 1 a から照射された光 L B 2 を該ウエーハ 1 0 の上面で反射した反射光と該ウエーハ 1 0 を透過しウエーハ 1 0 の下面で反射した反射光とで干渉させて該光ファイバー f 3 を逆行する第 2 の戻り光、及

10

20

30

40

50

び該第1の戻り光を分岐する光分岐手段84と、該光分岐手段84で分岐した第1の戻り光と、第2の戻り光とが干渉して光ファイバーf5を進行した戻り光の光強度を検出する受光素子85と、1パルスにおける時間差から受光素子85において受光した該戻り光の波長を特定することで、各波長毎の光強度を検出し、受光素子85により検出された波長毎の該光強度が入力され記憶される制御手段20と、を備えている。そして、該制御手段20は、時間差に基づき特定される波長と該検出した光強度とに基づき1パルスにおける分光干渉波形を生成する分光干渉波形生成手段と、該分光干渉波形生成手段が生成した分光干渉波形を波形解析してウエーハ10の厚み、及びウエーハ10の表面、裏面の高さを算出する算出手段と、を備えている。なお、該パルスブロードバンド光源82は、LED、LD、SLD (Super Luminescent Diode)、ASE (Amplified Spontaneous Emission)、SC (Super Continuum)、ハロゲン光源等を選択することができ、例えば、繰り返し周波数10kHz (パルス間隔 = 100 μs)、パルス幅10nsで照射する。

10

【0019】

ファイバブラッググレーティング83は、ファイバブラッググレーティング83を構成する光ファイバーf1に、広帯域のスペクトルを持った光が入射すると、入射された光の特定の波長成分のみを反射し、それ以外の波長をすべて透過させる回析格子k1~k17が形成されている。本実施形態においては、該光ファイバーf1の長さを約8kmで構成し、入射位置から500m毎に、順に該回析格子k1~k17が配設されている。図に示すように、入射位置に最も近い回析格子k1は波長が1100nmの光のみを反射し、その他の波長成分の光は透過する。さらに、次の回析格子k2は、波長1150nmの波長成分の光のみを反射し、その他の波長成分の光を透過する。このようにして残りの回析格子k3~k17は50nm毎の1200nm、1250nm、・・・1900nmに設定された波長成分の光を順に反射する。

20

【0020】

また、ファイバブラッググレーティング83で反射した光を分岐させる機能を奏する光ファイバー伝達手段83a、ウエーハ10で反射した戻り光を分岐する光分岐手段84は、例えば、偏波保持ファイバケーブル、偏波保持ファイバサーキュレータ、シングルモードファイバケーブル等のいずれかから適宜選択される。また、光強度を検出する受光素子85としては、一般的に知られているホトデテクタ、ラインイメージセンサー等を使用することができる。

30

【0021】

該制御手段20は、コンピュータにより構成され、制御プログラムに従って演算処理する中央演算処理装置(CPU)と、制御プログラム等を格納するリードオンリメモリ(ROM)と、検出した検出値、演算結果等を一時的に格納するための読み書き可能なランダムアクセスメモリ(RAM)と、入力インターフェース、及び出力インターフェースとを備えている(詳細についての図示は省略)。本実施形態における制御手段20は、研削装置1の各駆動部分を制御すると共に、上述したように分光干渉波形を生成する分光干渉波形生成手段と、該分光干渉波形生成手段が生成した分光干渉波形を波形解析してウエーハ10の厚み、高さを算出する算出手段を実行するプログラムをリードオンリメモリ(ROM)に記憶しており、パルスブロードバンド光源82を駆動し、受光素子85の検出値をランダムアクセスメモリ(RAM)に記憶することで、ウエーハ10の厚さ、高さを算出する機能を有する。本実施形態の研削装置1、計測装置8は概略以上のように構成されており、その作用について、図2、3を参照しながら以下に説明する。

40

【0022】

本発明の計測装置8によるウエーハ10の厚さ、高さの計測は、例えば、チャックテーブル71に載置されたウエーハ10を研削装置1によって研削した後、研削域70bから被加工物載置域70aの方向に移動させることにより測定端子81の直下を通過させる際に行う。上述したように、パルスブロードバンド光源82からは、ウエーハ10に対して透過性を有する所定の波長(1100nm~1900nm)成分を含むパルス幅10ns

50

のパルス光が、繰り返し周波数 10 kHz (照射する間隔 = 100 μs) で照射される。パルスブロードバンド光源 82 から照射されたパルス光 LB1 は、ファイバブラッググレーティング 83 に配設された光ファイバ伝達手段 83 を介して光ファイバ f1 に入射される。

【0023】

光ファイバ f1 に入射されたパルス光は 1100 ~ 1900 nm の波長成分を有する光であり、該光ファイバ f1 の入射位置に最も近い回析格子 k1 において 1100 nm の波長成分の光のみが図中矢印で示すように反射して光ファイバ f1 を逆行し、その他の波長成分の光は透過する。回析格子 k1 にて反射し光ファイバ f1 を逆行した光は、光ファイバ伝達手段 83a にて光ファイバ f2 に分岐される。光ファイバ f2 に分岐された光は、光分岐手段 84 を経由して光ファイバ f3 に伝達され、該光ファイバ f3 の先端部で 2 つに分岐された一方の光路を形成する光ファイバ f4 に進行する。光ファイバ f4 に進行した該光は、光ファイバ f4 の端面に形成されたミラー 81c において反射し、該光ファイバ f4 を逆行し、第 1 の戻り光を形成する。また、これと同時に、光ファイバ f3 の先端部で 2 つに分岐された他方の光路 (光ファイバ f3) を進行した光は、測定端子 81 の対物レンズ 81a を介して直下に位置付けられたウエーハ 10 の測定位置に照射される。ウエーハ 10 の所定の測定位置に照射された 1100 nm 波長の光は、ウエーハ 10 の上面及び下面で反射し、両反射光が干渉しながら光ファイバ f3 を逆行する第 2 の戻り光を形成する。該第 1 の戻り光と該第 2 の戻り光は干渉されて 1 つの戻り光となって光ファイバ f3 を逆行し、光分岐手段 84 で分岐され、光ファイバ f5 を進行して受光素子 85 に到達する。その結果、光ファイバ f1 に対して 1 つのパルス光が入射した時間 t1 における 1100 nm の波長の戻り光の光強度が検出される。この光強度は、時間 t1 と、照射されたウエーハ 10 の X 軸方向の X 座標、Y 軸方向の Y 座標の位置と関連付けられて制御手段 20 のランダムアクセスメモリ (RAM) の任意の記憶領域に記憶される。

【0024】

図 2 に基づき説明を続けると、時間 t1 で光ファイバ伝達手段 83a を介してパルス光 LB1 が光ファイバ f1 に入射した後、回析格子 k1 を透過したパルス光が時間差をもって次の回析格子 k2 に達する。回析格子 k2 は、1150 nm の波長成分の光のみを反射し、その他の波長成分の光は透過する。回析格子 k2 にて矢印で示すように反射し光ファイバ f1 を逆行した 1150 nm の光は、上述した 1100 nm の光と同様に、光分岐手段 84 を経由して光ファイバ f3 に伝達され、測定端子 81 の対物レンズ 81a を介して直下に位置付けられたウエーハ 10 の測定位置に照射されると共に、ミラー 81c に照射される。該ミラー 81c にて反射された光は、光ファイバ f4 を逆行して第 1 の戻り光を形成し、ウエーハ 10 に到達した光は、該測定端子 81a の直下に位置付けられているウエーハ 10 の上面及び下面で反射して両反射光が干渉しながら光ファイバ f3 を逆行する第 2 の戻り光を形成する。該第 1 の戻り光と該第 2 の戻り光は干渉されて 1 つの戻り光を形成して光ファイバ f3 を逆行し、光分岐手段 84 で分岐され、光ファイバ f5 を進行して受光素子 85 に到達する。該 1150 nm の波長の戻り光は、該回析格子 k1 から光ファイバ f1 を 500 m 進行した位置に配設された次の回析格子 k2 にて反射しているため、光ファイバ f1 に対し光が入射した時間 t1 から所定の時間差をもって受光素子 85 に到達する (時間 t2)。このようにして当該時間差によって特定される時間 t2 によりウエーハ 10 の上面及び下面で反射した 1150 nm の波長の戻り光の光強度が特定される。この光強度は、時間 t2 に基づき特定される波長と、照射されたウエーハ 10 の X 軸方向の X 座標、Y 軸方向の Y 座標の位置と関連付けられて制御手段 20 のランダムアクセスメモリ (RAM) の任意の記憶領域に記憶される。

【0025】

以下、同様に、ファイバブラッググレーティング 83 の光ファイバ f1 上の回析格子 k3 ~ k17 にて、所定の時間差をもって各回析格子毎に設定された異なる波長成分 (1200 nm、1250 nm・・・1900 nm) の光が順次反射して該ミラー 81c と

10

20

30

40

50

ウエーハ 10 に照射され、ミラー 81c で反射した第 1 の戻り光と、ウエーハ 10 の上面と下面とで反射した反射光が干渉しながら第 2 の戻り光とが形成され、順次受光素子 85 にて光強度が検出される。そして、当該光強度と、当該時間 $t_3 \sim t_{17}$ で特定される波長と、照射されたウエーハ 10 の X 軸方向の X 座標、Y 軸方向の Y 座標の位置とが関連付けられて制御手段 20 のランダムアクセスメモリ (RAM) の任意の記憶領域に記憶される。なお、ファイバブラッググレーティング 83 によって生じさせられる各波長成分の光の反射時間差は、パルス間隔と比して極めて短い時間であり、1 つのパルス光が照射され、次のパルス光が照射される前に、全ての波長成分 (1100 ~ 1900 nm) の戻り光についての光強度の検出が終了する。

【0026】

10

上述したように、制御手段 20 には、パルスブロードバンド光源 82 から 1 つのパルス光が照射開始されてからの時間差によって特定される波長と、受光素子 85 によって検出される光強度と、測定座標位置が関連付けられて記憶されており、ウエーハ 10 の所定座標位置毎に図 3 (a) に示すような分光干渉波形を生成することができる。図 3 (a) は、横軸は戻り光の波長 ()、縦軸は受光素子 85 により検出される該波長毎の光強度を示している。

以下、制御手段 20 が上述した分光干渉波形に基づいて実行する波形解析に基づき、ウエーハ 10 の厚みを算出する例について説明する。

【0027】

該測定端子 81 に位置付けられる光ファイバ f3 の上端部からミラー 81c までの光路長を (L1) とし、該光ファイバ f3 の上端部からチャックテーブル 71 に保持されたウエーハ 10 の上面までの光路長を (L2) とし、該光ファイバ f3 の上端部からチャックテーブル 71 に保持されたウエーハ 10 の下面までの光路長を (L3) とし、光路長 (L1) と光路長 (L2) との差を第 1 の光路長差 ($d_1 = L_1 - L_2$)、光路長 (L1) と光路長 (L3) との差を第 2 の光路長差 ($d_2 = L_1 - L_3$)、光路長 (L3) と光路長 (L2) との差を第 3 の光路長差 ($d_3 = L_3 - L_2$) とする。なお、該光路長 (L1) 自体は変化しないものであり、光ファイバ f3 の上端部からチャックテーブル 71 の上面までの距離を想定してその長さが設定されている。

20

【0028】

30

次に、制御手段 20 は、上述した図 3 (a) に示すようなウエーハ 10 の所定位置毎に対して生成された分光干渉波形に基づいて波形解析を実行する。この波形解析は、例えばフーリエ変換理論やウエーブレット変換理論に基づいて実行することができるが、以下に述べる実施形態においては下記数式 1、数式 2、数式 3 に示すフーリエ変換式を用いた例について説明する。

【0029】

【数 1】

$$A(d_i) = \sum_{n=0}^{N-1} \cos\left(\frac{2\pi d_i}{\lambda_n}\right) \cdot w(\lambda_n) \cdot I(\lambda_n)$$

40

【0030】

【数 2】

$$B(d_i) = \sum_{n=0}^{N-1} \sin\left(\frac{2\pi d_i}{\lambda_n}\right) \cdot w(\lambda_n) \cdot I(\lambda_n)$$

【0031】

50

【数3】

$$\tilde{I}(d_i) = A(d_i)^2 + B(d_i)^2$$

【0032】

上記数式において、 λ は波長、 d は上記第1の光路長差 ($d_1 = L_1 - L_2$)、第2の光路長差 ($d_2 = L_1 - L_3$)、及び第3の光路長差 ($d_3 = L_3 - L_2$)、 $W(n)$ は窓関数である。上記数式1は、 \cos の理論波形と上記分光干渉波形 ($I(n)$) との比較で最も波の周期に近い(相関性が高い)、即ち分光干渉波形と理論上の波形関数との相関係数が高い光路長差(d)を求める。また、上記数式2は、 \sin の理論波形と上記分光干渉波形 ($I(n)$) との比較で最も波の周期に近い(相関性が高い)、即ち分光干渉波形と理論上の波形関数との相関係数が高い第1の光路長差 ($d_1 = L_1 - L_2$)、第2の光路長差 ($d_2 = L_1 - L_3$)、及び第3の光路長差 ($d_3 = L_3 - L_2$) を求める。そして、上記数式3は、数式1の結果と数式2の結果の平均値を求める。

10

【0033】

制御手段20は、上記数式1、数式2、数式3に基づく演算を実行することにより、反射光に含まれる戻り光の各光路長差に起因する分光の干渉に基づき、図3(b)に示す信号強度の波形を得ることができる。図3(b)において横軸は光路長差(d)を示し、縦軸は信号強度を示している。図3(b)に示す例においては、光路長差(d)が500 μm の位置(s_1)、330 μm の位置(s_2)、180 μm の位置(s_3)で信号強度が高く表されている。即ち、光路長差(d)が500 μm の位置の信号強度 s_1 は第1の光路長差 ($d_1 = L_1 - L_2$) の位置であり、チャックテーブル71上で上方に位置付けられたウエーハ11の裏面10bのチャックテーブル71の上面からの高さを表している。また、光路長差(d)が300 μm の位置の信号強度 s_2 は第2の光路長差 ($d_2 = L_1 - L_3$) の位置であり、チャックテーブル71上で下方に位置付けられたウエーハ11の表面10aのチャックテーブル71の上面からの高さを表している。さらに、光路長差(d)が150 μm の位置の信号強度 s_3 は第3の光路長差 ($d_3 = L_3 - L_2$) の位置であり、ウエーハ10の厚みを表している。そして、該測定端子87と該チャックテーブル71との相対的なX軸方向の位置と、Y軸方向に位置付けられた対物レンズ88の位置とで特定される計測位置の座標(X座標、Y座標)におけるウエーハ10の高さ、厚みを制御手段20のランダムアクセスメモリ(RAM)に記憶する。

20

30

【0034】

本実施形態では、測定端子81が保持された駆動機構81bの作動により、矢印Y1で示す方向に往復動可能に構成されており、計測装置8の直下に位置付けられたウエーハ10に対して、測定端子81をY軸方向に移動させると共に、チャックテーブル71をX軸方向に移動させながら、上述した厚み計測をウエーハ10全面に対して実行する。

【0035】

図示の実施形態における計測装置8によれば、ウエーハ10の厚みを単純な構成で容易に求めることができ、反射する反射光の光路長差に起因して得られる分光干渉波形に基づきウエーハ10の加工時におけるウエーハ10の厚み、高さを検出するので、ウエーハ10の表面に貼着された保護テープ12の厚みの変化に影響されることなくウエーハ11の厚み、高さを正確に計測することができる。

40

【0036】

計測装置8は以上のように構成されており、以下、該計測装置8を備えた研削装置1を用いてウエーハ10を所定の厚みに研削する手順について説明する。

【0037】

表面に保護テープ12が貼着されたウエーハ10は、図1に示す研削装置1における被加工物載置域70aに位置付けられているチャックテーブル71上に保護テープ12側が載置され、図示しない吸引手段を作動することによってチャックテーブル71上に吸引保

50

持される。従って、チャックテーブル71上に吸引保持されたウエーハ10は、裏面10bが上側となる。

【0038】

次に、制御手段20は、ウエーハ10を保持したチャックテーブル71の図示しない移動手段を作動し、チャックテーブル71を移動して研削域70bに位置付け、研削ホイール5の複数の研削砥石51の外周縁がチャックテーブル71の回転中心を通過するように位置付ける。

【0039】

このように研削ホイール5とチャックテーブル71に保持されたウエーハ10が所定の位置関係にセットされ、制御手段20は図示しない回転駆動手段を駆動してチャックテーブル71を例えば300rpmの回転速度で回転するとともに、上記したサーボモータ43を駆動して研削ホイール5を例えば6000rpmの回転速度で回転する。そして、ウエーハ10に対して研削水を供給しつつ、研削ユニット送り機構6のパルスモータ62を正転駆動し研削ホイール5を下降(研削送り)して複数の研削砥石51をウエーハ10の上面(裏面10b)である被研削面に所定の圧力で押圧する。この結果、ウエーハ10のである被研削面が研削される(研削工程)。

10

【0040】

該研削工程を終えたならば、研削されたウエーハ10を保持したチャックテーブル71をX軸方向の前方に位置する被加工物載置域70a側に移動させることにより、ウエーハ10を計測装置8の測定端子81の直下に位置付けると共に、上述したように計測装置8を作動させてウエーハ10上の各座標位置に対応する分光干渉波形を得ると共に波形解析手段を実行して、ウエーハ10の厚み、高さを計測し記憶する。このような計測をウエーハ10の所定位置毎に実行し、ウエーハ10の表面の厚み、高さを記憶し、研削後のウエーハ10全面の厚み、高さを確認することで、研削工程の良否を判定すると共に、必要に応じて再研削を実施し、所定の厚みになるまで研削工程を実施する。

20

【0041】

また、上述した実施形態では、該計測装置8による計測を、研削工程を終えたウエーハの全面に対して行うように説明したが、これに限定されるものではなく、例えば、該計測装置8の計測ハウジング80の設置位置を図1に示す研削域70bの近傍に設定することもできる。そのように構成することで、研削装置1のチャックテーブル機構7に保持されたウエーハ10が研削ホイール5の作用を受けて研削されている際に、露出したウエーハ10に対面して測定端子85を移動させながら研削時に供給される研削水に水没させて位置付け、研削中のウエーハ10の厚みを計測することも可能であり、研削中のウエーハ10の厚みを制御手段20にフィードバックすることで効率よく所望の厚み、高さに研削することが可能である。

30

【0042】

さらに、本発明に基づき構成される計測装置8は、本実施形態のように研削装置1に配設される必要はなく、研削装置1とは独立した一つの装置として構成することができる。また、研削装置1とは異なる他の加工装置に併設してもよく、例えば、複数のデバイスが分割予定ラインによって区画され表面に形成されたウエーハの分割予定ラインに対してレーザー光線を照射して分割の起点となる加工を施して個々のデバイスに分割するレーザー加工装置に適用することができる。より具体的に言えば、ウエーハに対して透過性を有する波長のレーザー光線の集光点を分割予定ラインの内部に位置付けて照射し分割予定ラインに沿って内部に改質層を形成するレーザー加工方法が知られており、本発明の計測装置によって、分割予定ラインに沿ってウエーハの表面高さを計測し、該計測されたウエーハ表面の高さに基づいて、レーザー光線の集光点位置を制御することもできる。このようにすることで、レーザー加工時の集光点位置をウエーハ内部の所望の深さに位置付けることができ、良好に分割することが可能になる。

40

【0043】

なお、本発明の計測装置によれば、計測対象となる板状物の厚み、高さを求めることが

50

求めることが可能であるが、必要に応じて、厚み、高さのいずれかのみを計測することでもよい。

【符号の説明】

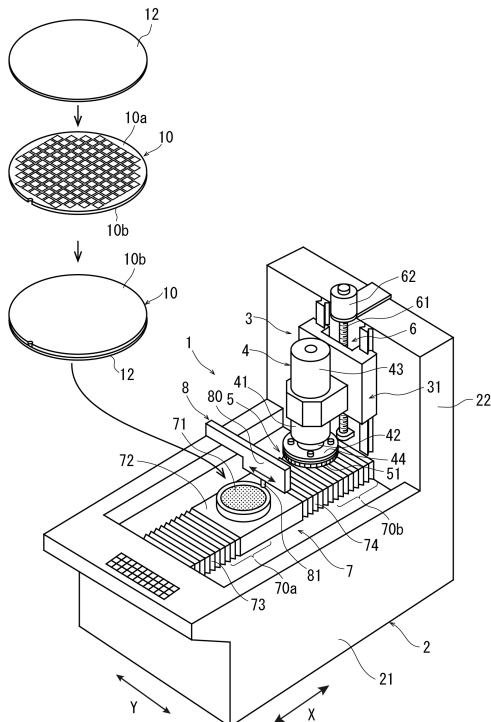
【0044】

- 1 : 研削装置
- 2 : 装置ハウジング
- 3 : 研削ユニット
- 4 : スピンドルユニット
- 5 : 研削ホイール
- 7 : チャックテーブル機構
- 8 : 厚み計測装置
- 10 : ウエーハ
- 80 : 計測ハウジング
- 81 : 測定端子
- 81a : 対物レンズ
- 81b : ミラー
- 82 : パルスブロードバンド光源
- 83 : ファイバープラググレーティング
- 83a : 光ファイバ伝達手段
- 84 : 光分岐手段
- 85 : 受光素子
- k1 ~ k17 : 回析格子
- f1 ~ f5 : 光ファイバー

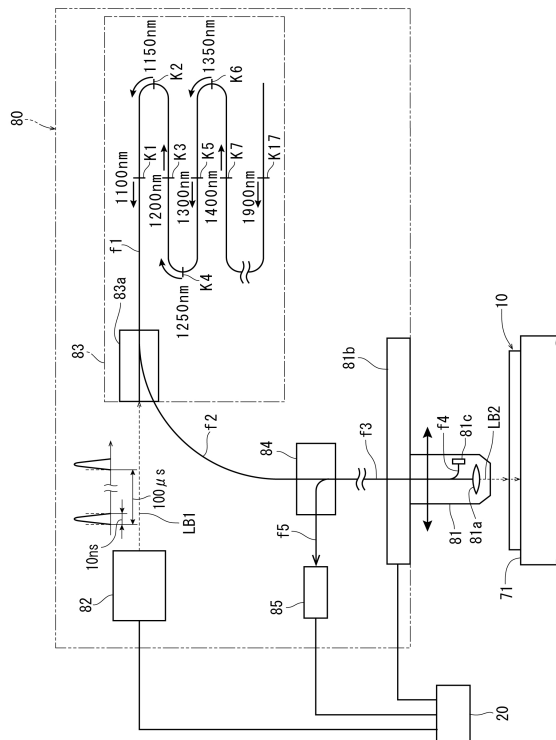
10

20

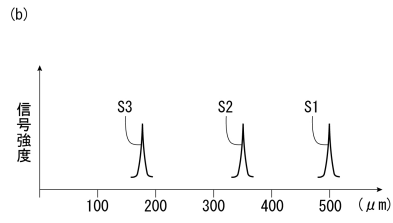
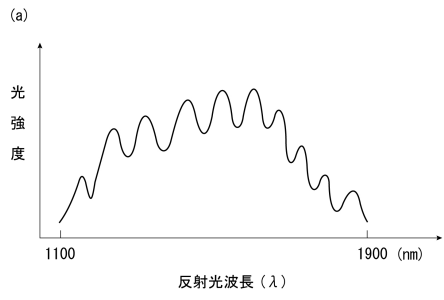
【図1】



【図2】



【 図 3 】



フロントページの続き

審査官 九鬼 一慶

- (56)参考文献 特開平07-306018(JP,A)
特開2010-158686(JP,A)
特開2007-166268(JP,A)
特開2006-064852(JP,A)
特開2012-189507(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B 11/00 - 11/30
G01B 9/02
H01L 21/64 - 21/66
G01N 21/45
B24B 49/02
B24B 49/12
H01L 21/304
G01N 21/88