

(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2014-99521

(P2014-99521A)

(43) 公開日 平成26年5月29日(2014.5.29)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H O 1 L 21/301 (2006.01)</b>	H O 1 L 21/78 B	4 E 0 6 8
<b>B 2 3 K 26/38 (2014.01)</b>	B 2 3 K 26/38 3 2 O	
<b>B 2 3 K 26/40 (2014.01)</b>	B 2 3 K 26/40	
<b>B 2 3 K 26/046 (2014.01)</b>	B 2 3 K 26/04 C	
<b>B 2 3 K 101/40 (2006.01)</b>	H O 1 L 21/78 C	
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 15 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2012-250843 (P2012-250843)  
 (22) 出願日 平成24年11月15日 (2012.11.15)

(71) 出願人 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 100075384  
 弁理士 松本 昂  
 (74) 代理人 100142804  
 弁理士 大上 寛  
 (72) 発明者 岡田 繁史  
 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  
 Fターム(参考) 4E068 AE01 CA01 CA02 CA04 CA07  
 CA11 CA15 CB02 CB09 CC02  
 CC06 CE04 CE09 DA10

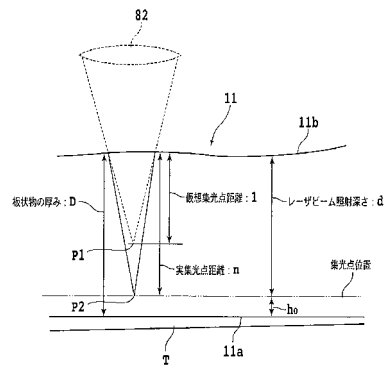
(54) 【発明の名称】 レーザー加工方法及びレーザー加工装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】被加工物によらずに一定の高さ位置にレーザー加工を施すことのできるレーザー加工方法及び装置を提供する。

【解決手段】板状物11の第2面11bの高さ位置及び第1面11aの高さ位置を検出する高さ位置検出ステップと、第1面11aの高さ位置から所定の高さを加算して集光点位置を求める集光点位置算出ステップと、第2面11bの高さ位置から集光点位置算出ステップで算出された集光点位置を減じた値をレーザービーム照射深さとして算出するレーザービーム照射深さ算出ステップと、第2面11bの高さ位置をH2、レーザービーム照射深さをd、集光点P1の第2面11bからの距離を1、集光点P2の第2面11bからの距離をnとしたとき、 $H2 - (d/n)$ の位置にレーザービームの集光点を位置付けて第2面11b側からレーザービームを照射し、板状物の第1面11aから所定の高さ位置にレーザー加工を施すレーザー加工ステップとを備えた。

【選択図】 図9



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

レーザービームを集光する集光手段を備えたレーザー加工装置を用いて、第 1 面と該第 1 面の背面の第 2 面とを有する板状物の内部にレーザー加工を施すレーザー加工方法であって、

板状物の該第 1 面側に保護部材を配設する保護部材配設ステップと、

該保護部材配設ステップを実施した後、板状物の該保護部材側をチャックテーブルで保持する保持ステップと、

該チャックテーブルに保持された板状物の該第 2 面の高さ位置を検出する第 2 面高さ位置検出ステップと、

該チャックテーブルに保持された板状物の該第 1 面の高さ位置を検出する第 1 面高さ位置検出ステップと、

該第 1 面の高さ位置から所定の高さを加算してレーザー加工すべき集光点位置を求める集光点位置算出ステップと、

該第 2 面の高さ位置から該集光点位置算出ステップで算出された該集光点位置を減じた値をレーザービーム照射深さとして算出するレーザービーム照射深さ算出ステップと、

該第 2 面の高さ位置を  $H_2$ 、該レーザービーム照射深さを  $d$ 、該集光手段の開口数に基づく集光点の該第 2 面からの距離を  $1$ 、被加工物の屈折率に基づく集光点の該第 2 面からの距離を  $n$  としたとき、

$H_2 - (d / n)$  の位置に該レーザービームの集光点を位置付けて該第 2 面側からレーザービームを板状物に照射し、板状物の該第 1 面から該所定の高さ位置にレーザー加工を施すレーザー加工ステップと、

を備えたレーザー加工方法。

## 【請求項 2】

前記板状物は複数の加工予定ラインを有しており、

一の加工予定ラインに対して前記第 2 面高さ位置検出ステップと前記第 1 面高さ位置検出ステップとを実施した後、又は該第 2 面高さ位置検出ステップと該第 1 面高さ位置検出ステップとを実施しつつ、該一の加工予定ラインに対して前記レーザー加工ステップを実施することを全加工予定ラインにおいて繰り返す請求項 1 記載のレーザー加工方法。

## 【請求項 3】

レーザー加工装置であって、

レーザービームを発振するレーザービーム発振手段と、該レーザービーム発振手段で発振されたレーザービームを集光する集光手段とを有するレーザービーム照射手段と、

板状物を保持するチャックテーブルと、

該集光手段で集光されるレーザービームの集光点位置を変位させる集光点位置調整手段と、

該チャックテーブルに保持された板状物の上面高さ位置を検出する上面高さ位置検出手段と、

該チャックテーブルに保持された板状物の下面高さ位置を検出する下面高さ位置検出手段と、

該上面高さ位置検出手段で検出された板状物の上面高さ位置と該下面高さ位置検出手段で検出された板状物の下面高さ位置とに基づいて該集光点位置調整手段を調整する制御手段と、

を具備したことを特徴とするレーザー加工装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、ウエーハ等の被加工物の内部にレーザー加工を施すレーザー加工方法及びレーザー加工装置に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

IC、LSI等のデバイスが加工予定ライン（分割予定ライン）によって区画され表面に形成されたシリコンウエーハ等の半導体ウエーハは、加工装置によって個々のデバイスに分割され、分割されたデバイスは携帯電話、パソコン等の各種電気機器に広く利用されている。

## 【0003】

ウエーハの分割には、ダイサーと呼ばれる切削装置を用いたダイシング方法が広く採用されている。ダイシング方法では、ダイヤモンド等の砥粒を金属や樹脂で固めて厚さ30μm程度とした切削ブレードを、30000rpm程度の高速で回転させつつウエーハへと切り込ませることでウエーハを切削し、個々のデバイスチップへと分割する。

10

## 【0004】

一方、近年では、ウエーハに対して透過性を有する波長（例えば1064nm）のレーザービームの集光点を加工予定ラインに対応するウエーハの内部に位置付けて、レーザービームを加工予定ラインに沿って照射してウエーハ内部に改質層を形成し、その後分割装置によりウエーハに外力を付与してウエーハを改質層を分割起点として個々のデバイスチップに分割する方法が提案されている（例えば、特開2005-86161号公報参照）。

## 【0005】

レーザービームを用いる加工方法は、ダイサーによるダイシング方法に比べて加工速度を早くすることができるとともに、サファイアやSiC等の硬度の高い素材からなるウエーハであっても比較的容易に加工することができる。

20

## 【0006】

従来は、シリコンウエーハ等の被加工物に対してレーザー加工を施す場合、被加工物上面（レーザービーム入射面）を基準にレーザービームの集光点位置を調整し、被加工物にレーザービームを照射している（例えば、特開2005-129851号公報参照）。

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0007】

【特許文献1】特開2005-86161号公報

【特許文献2】特開2005-129851号公報

【特許文献3】特開2010-68009号公報

30

## 【発明の概要】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0008】

しかし、被加工物によっては、面内で厚みばらつきを有しているものもあり、このような被加工物では、被加工物のレーザービーム入射面から一定距離離れた位置に集光点を位置付けレーザービームを照射すると、被加工物内部の一定の高さ位置にレーザー加工を施せないという問題が生じる。

## 【0009】

特に、特開2010-68009号公報に開示されたような半導体チップの製造方法では、被加工物の表面から所定距離離れた被加工物内部に改質層を形成することが重要であり、改質層の形成位置がばらつくと、十分にクラックが表面側に伸長せずに分割されない領域が発生したり、形成したチップに改質層が残存してチップの抗折強度を低下させてしまうという恐れがある。

40

## 【0010】

本発明はこのような点に鑑みてなされたものであり、その目的とするところは、被加工物によらずに一定の高さ位置にレーザー加工を施すことのできるレーザー加工方法及びレーザー加工装置を提供することである。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0011】

50

請求項 1 記載の発明によると、レーザービームを集光する集光手段を備えたレーザー加工装置を用いて、第 1 面と該第 1 面の背面の第 2 面とを有する板状物の内部にレーザー加工を施すレーザー加工方法であって、板状物の該第 1 面側に保護部材を配設する保護部材配設ステップと、該保護部材配設ステップを実施した後、板状物の該保護部材側をチャックテーブルで保持する保持ステップと、該チャックテーブルに保持された板状物の該第 2 面の高さ位置を検出する第 2 面高さ位置検出ステップと、該チャックテーブルに保持された板状物の該第 1 面の高さ位置を検出する第 1 面高さ位置検出ステップと、該第 1 面の高さ位置から所定の高さを加算してレーザー加工すべき集光点位置を求める集光点位置算出ステップと、該第 2 面の高さ位置から該集光点位置算出ステップで算出された該集光点位置を減じた値をレーザービーム照射深さとして算出するレーザービーム照射深さ算出ステップと、該第 2 面の高さ位置を  $H_2$ 、該レーザービーム照射深さを  $d$ 、該集光手段の開口数に基づく集光点の該第 2 面からの距離を  $l$ 、被加工物の屈折率に基づく集光点の該第 2 面からの距離を  $n$  としたとき、 $H_2 - (d/n)$  の位置に該レーザービームの集光点を位置付けて該第 2 面側からレーザービームを板状物に照射し、板状物の該第 1 面から該所定の高さ位置にレーザー加工を施すレーザー加工ステップと、を備えたレーザー加工方法が提供される。

#### 【0012】

好ましくは、前記板状物は複数の加工予定ラインを有しており、一の加工予定ラインに対して前記第 2 面高さ位置検出ステップと前記第 1 面高さ位置検出ステップとを実施した後、又は該第 2 面高さ位置検出ステップと該第 1 面高さ位置検出ステップとを実施しつつ、該一の加工予定ラインに対して前記レーザー加工ステップを実施することを全加工予定ラインにおいて繰り返す。

#### 【0013】

請求項 3 記載の発明によると、レーザー加工装置であって、レーザービームを発振するレーザービーム発振手段と、該レーザービーム発振手段で発振されたレーザービームを集光する集光手段とを有するレーザービーム照射手段と、板状物を保持するチャックテーブルと、該集光手段で集光されるレーザービームの集光点位置を変位させる集光点位置調整手段と、該チャックテーブルに保持された板状物の上面高さ位置を検出する上面高さ位置検出手段と、該チャックテーブルに保持された板状物の下面高さ位置を検出する下面高さ位置検出手段と、該上面高さ位置検出手段で検出された板状物の上面高さ位置と該下面高さ位置検出手段で検出された板状物の下面高さ位置とに基づいて該集光点位置調整手段を調整する制御手段と、を具備したことを特徴とするレーザー加工装置が提供される。

#### 【発明の効果】

#### 【0014】

本発明のレーザー加工方法によると、板状物の上面高さ位置と下面高さ位置を検出し、検出した上面高さ位置と下面高さ位置とを元にレーザービームの集光点を位置付けるため、被加工物内部の一定の高さ位置にレーザー加工を施すことができる。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0015】

【図 1】レーザー加工装置の概略斜視図である。

【図 2】位置計測兼レーザービーム照射ユニットのブロック図である。

【図 3】図 2 に示す位置計測装置を構成する制御手段によって求められる分光干渉波形の一例を示す図である。

【図 4】図 2 に示す位置計測装置を構成する制御手段によって求められる被加工物の表面までの光路長差と被加工物の裏面までの光路長差及び被加工物の厚みを示す光路長差を示す説明図である。

【図 5】半導体ウエーハの表面側斜視図である。

【図 6】半導体ウエーハの表面を外周部が環状フレームに装着された粘着テープに貼着する様子を示す分解斜視図である。

【図 7】保持ステップを示す一部断面側面図である。

10

20

30

40

50

【図 8】半導体ウエーハの第 2 面（上面）高さ位置検出ステップ及び第 1 面（下面）高さ位置検出ステップを説明する一部断面側面図である。

【図 9】レーザービームの集光点の設定方法を説明する拡大模式図である。

【図 10】レーザー加工ステップを示す一部断面側面図である。

【図 11】本発明により形成される改質層及び該改質層から半導体ウエーハの表面側に伸長するクラックを説明する模式図である。

【図 12】裏面研削且つ分割ステップを示す斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0016】

以下、本発明の実施形態を図面を参照して詳細に説明する。図 1 を参照すると、本発明のレーザー加工方法により分割起点となる改質層を形成するのに適したレーザー加工装置 2 の概略斜視図が示されている。

10

【0017】

レーザー加工装置 2 は、静止基台 4 上に X 軸方向に移動可能に搭載された第 1 スライドブロック 6 を含んでいる。第 1 スライドブロック 6 は、ボールねじ 8 及びパルスモータ 10 から構成される加工送り手段 12 により一対のガイドレール 14 に沿って加工送り方向、すなわち X 軸方向に移動される。

【0018】

第 1 スライドブロック 6 上には第 2 スライドブロック 16 が Y 軸方向に移動可能に搭載されている。すなわち、第 2 スライドブロック 16 はボールねじ 18 及びパルスモータ 20 から構成される割り出し送り手段 22 により一対のガイドレール 24 に沿って割り出し方向、すなわち Y 軸方向に移動される。

20

【0019】

第 2 スライドブロック 16 上には円筒支持部材 26 を介してチャックテーブル 28 が回転可能に搭載されており、チャックテーブル 28 は加工送り手段 12 及び割り出し送り手段 22 により X 軸方向及び Y 軸方向に移動可能である。チャックテーブル 28 には、チャックテーブル 28 に吸引保持されたウエーハを支持する環状フレームをクランプするクランプ 30 が設けられている。

【0020】

静止基台 4 にはコラム 32 が立設されており、このコラム 32 には位置計測兼レーザービーム照射ユニット 34 を収容するケーシング 35 が取り付けられている。ケーシング 35 の先端部にはレーザーヘッド 36 と、レーザーヘッド 36 と X 軸方向に整列して加工すべき加工領域を検出する撮像ユニット 38 が配設されている。撮像ユニット 38 は、可視光によって半導体ウエーハ 11 の加工領域を撮像する通常の CCD 等の撮像素子を含んでいる。

30

【0021】

撮像ユニット 38 は更に、半導体ウエーハ 11 に赤外線を照射する赤外線照射手段と、赤外線照射手段によって照射された赤外線を捕らえる光学系と、この光学系によって捕らえられた赤外線に対応した電気信号を出力する赤外線 CCD 等の赤外線撮像素子から構成される赤外線撮像手段を含んでおり、撮像した画像信号はコントローラ（制御手段）40 に送信される。

40

【0022】

コントローラ 40 はコンピュータによって構成されており、制御プログラムに従って演算処理する中央処理装置（CPU）42 と、制御プログラム等を格納するリードオンリーメモリ（ROM）44 と、演算結果等を格納する読み書き可能なランダムアクセスメモリ（RAM）46 と、カウンタ 48 と、入力インターフェイス 50 と、出力インターフェイス 52 とを備えている。

【0023】

56 は案内レール 14 に沿って配設されたリニアスケール 54 と、第 1 スライドブロック 6 に配設された図示しない読み取りヘッドとから構成される加工送り量検出手段であり

50

、加工送り量検出手段 56 の検出信号はコントローラ 40 の入力インターフェイス 50 に入力される。

【0024】

60 はガイドレール 24 に沿って配設されたリニアスケール 58 と第 2 スライドブロック 16 に配設された図示しない読み取りヘッドとから構成される割り出し送り量検出手段であり、割り出し送り量検出手段 60 の検出信号はコントローラ 40 の入力インターフェイス 50 に入力される。

【0025】

撮像手段 38 で撮像した画像信号もコントローラ 40 の入力インターフェイス 50 に入力される。一方、コントローラ 40 の出力インターフェイス 52 からはパルスモータ 10、パルスモータ 20、レーザービーム照射ユニット 34 等に制御信号が出力される。

10

【0026】

次に図 2 を参照して、位置計測兼レーザービーム照射ユニット 34 の全体構成について説明する。位置計測兼レーザービーム照射ユニット 34 は、位置計測装置 62 と、レーザービーム照射手段 96 とを含んでいる。

【0027】

位置計測装置 62 は、所定の波長領域を有する赤外光を発する赤外線発光源 64 と、赤外線発光源 64 からの赤外光を第 1 の経路 68 a に導くとともに第 1 の経路 68 a を逆行する反射光を第 2 の経路 68 b に導く第 1 の光分岐手段 66 と、第 1 の経路 68 a に導かれた赤外光をコリメートビームに変換するコリメートレンズ 70 と、コリメートレンズ 70 によってコリメートビームに変換された赤外光を第 3 の経路 68 c と第 4 の経路 68 d に分岐する第 2 の光分岐手段 72 とを備えている。位置計測装置 62 は、上面高さ位置検出手段として作用するとともに下面高さ位置検出手段として作用する。

20

【0028】

赤外線発光源 64 としては、例えば赤外レーザーダイオード (LD)、赤外発光ダイオード (LED) 等の光源を用いることができる。第 1 の光分岐手段 66 は、例えば偏波面保存光ファイバーケーブルから構成することができる。

【0029】

第 2 の光分岐手段 72 は、ビームスプリッタ 74 と、方向変換ミラー 76 とによって構成されている。尚、本実施形態では、赤外線発光源 64 から第 1 の光分岐手段 66 までの経路及び第 1 の経路 68 a は、光ファイバーによって構成されている。

30

【0030】

第 3 の経路 68 c には、ビームスプリッタ 74 によって第 3 の経路 68 c に分岐された赤外光をチャックテーブル 28 に保持された半導体ウエーハ 11 に導く対物レンズ 82 と、対物レンズ 82 とビームスプリッタ 74 との間に集光レンズ 78 が配設されている。

【0031】

集光レンズ 78 は、ビームスプリッタ 74 により第 3 の経路 68 c に分岐されたコリメートビームを集光し対物レンズ 82 内に集光点を位置付けて、対物レンズ 82 からの赤外光を疑似コリメートビームに形成する。

【0032】

このように対物レンズ 82 とビームスプリッタ 74 との間に集光レンズ 78 を配設して対物レンズ 82 からの赤外光を疑似コリメートビームに形成することにより、チャックテーブル 28 に保持された半導体ウエーハ 11 で反射した反射光が対物レンズ 82、集光レンズ 78、ビームスプリッタ 74 及びコリメートレンズ 70 を介して逆行する際に、第 1 の経路 68 a を構成する光ファイバーに反射光を光結合することができる。

40

【0033】

対物レンズ 82 はレンズケース 80 内に装着されており、レンズケース 80 はボイスコイルモータ、リニアモータ等からなる集光点位置調整手段 86 により図 2 において上下方向、即ちチャックテーブル 28 の保持面に対して垂直な集光点位置調整方向に移動される。集光点位置調整手段 86 は制御手段 (コントローラ) 40 によって制御される。

50

## 【 0 0 3 4 】

第 4 の経路 6 8 d には、第 2 の光分岐手段 7 2 によって第 4 の経路 6 8 d に導かれたコリメートビームを反射して第 4 の経路 6 8 d に反射光を逆行させる反射ミラー 8 4 が配設されている。反射ミラー 8 4 は、対物レンズ 8 2 のレンズケース 8 0 に装着されている。

## 【 0 0 3 5 】

一方、第 2 の経路 6 8 b には、コリメートレンズ 8 8 と、回析格子 9 0 と、集光レンズ 9 2 と、ラインイメージセンサ 9 4 が配設されている。コリメートレンズ 8 8 は、第 1 の経路 6 8 a を逆行し、第 1 の光分岐手段 6 6 で第 2 の経路 6 8 b に導かれた反射光をコリメートビームに変換する。

## 【 0 0 3 6 】

回析格子 9 0 は、コリメートレンズ 8 8 によってコリメートビームに変換された半導体ウエーハ 1 1 表面からの反射光及び反射ミラー 8 4 からの反射光の干渉を回析し、各波長に対応する回析信号を集光レンズ 9 2 を介してラインイメージセンサ 9 4 に入力する。ラインイメージセンサ 9 4 は、回析格子 9 0 によって回析した反射光の各波長における光強度を検出し、検出信号を制御手段 4 0 に送出する。

## 【 0 0 3 7 】

制御手段 (コントローラ) 4 0 は、ラインイメージセンサ 9 4 による検出信号から分光干渉波形を求め、該分光干渉波形と理論上の波形関数とに基づいて波形解析を実行し、第 3 の経路 6 8 c におけるチャックテーブル 2 8 に保持された半導体ウエーハ 1 1 までの光路長と、第 4 の経路 6 8 d における反射ミラー 8 4 までの光路長との光路長差を求め、該光路長差に基づいてチャックテーブル 2 8 の表面からチャックテーブル 2 8 に保持された半導体ウエーハ 1 1 の上面までの距離を求める。

## 【 0 0 3 8 】

即ち、制御手段 4 0 は、ラインイメージセンサ 9 4 からの検出信号に基づいて、図 3 に示すような分干渉波形を求める。図 3 において、横軸は反射光の波長を示し、縦軸は光強度を示している。

## 【 0 0 3 9 】

以下、制御手段 4 0 が図 3 に示した分光干渉波形と理論上の波形関数とに基づいて実行する波形解析の一例について説明する。第 3 の経路 6 8 c におけるビームスプリッタ 7 4 からチャックテーブル 2 8 の表面に保持された半導体ウエーハ 1 1 までの光路長を  $L_1$  とし、第 4 の経路 6 8 d におけるビームスプリッタ 7 4 から反射ミラー 8 4 までの光路長を  $L_2$  とし、光路長  $L_2$  と  $L_1$  との差を光路長差 ( $d = L_2 - L_1$ ) とする。

## 【 0 0 4 0 】

一方、第 3 の経路 6 8 c におけるビームスプリッタ 7 4 からチャックテーブル 2 8 の表面までの光路長  $L_0$  と第 4 の経路におけるビームスプリッタ 7 4 から反射ミラー 8 4 までの光路長差 ( $d_0 = L_2 - L_0$ ) は、本実施形態において、例えば  $200 \mu\text{m}$  に設定されているものとする。

## 【 0 0 4 1 】

次いで、制御手段 4 0 は、分光干渉波形と理論上の波形関数と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式を用いて実行することができるが、本明細書では、特開 2011-122894 号公報に記載された内容を参考資料として取り込み、その詳細な説明を省略することにする。

## 【 0 0 4 2 】

半導体ウエーハ 1 1 は、図 5 に示すように、例えば厚さが  $725 \mu\text{m}$  のシリコンウエーハからなっており、表面 1 1 a に複数の加工予定ライン (分割予定ライン) 1 3 が格子状に形成されているとともに、加工予定ライン 1 3 によって区画された各領域にデバイス 1 5 が形成されている。

## 【 0 0 4 3 】

本実施形態のレーザー加工方法を実施するのにあたり、好ましくは図 6 に示すように、半導体ウエーハ 1 1 の表面 1 1 a を外周部分が環状フレーム F に貼着された粘着テープ T

10

20

30

40

50

に貼着し、半導体ウエーハ 1 1 の裏面 1 1 b を露出させる。従って半導体ウエーハの上面は半導体ウエーハの裏面となり、半導体ウエーハの下面が半導体ウエーハの表面となる。半導体ウエーハ 1 1 の表面 1 1 a に形成されたデバイス 1 5 を保護するために、他の保護部材を表面 1 1 a 側に配設してもよい。

【 0 0 4 4 】

被加工物が半導体ウエーハ 1 1 のように赤外光が透過する場合には、半導体ウエーハ 1 1 に照射された赤外光は半導体ウエーハ 1 1 の上面（第 2 面）1 1 b で反射する反射光と、半導体ウエーハ 1 1 の下面（第 1 面）1 1 a で反射する反射光が生成され、これらの反射光が対物レンズ 8 2、集光レンズ 7 8、ビームスプリッタ 7 4、コリメートレンズ 7 0 及び第 1 の経路 6 8 a を逆行して、第 1 の光分岐手段 6 6 により第 2 の経路 6 8 b に導かれる。

10

【 0 0 4 5 】

一方、反射ミラー 8 4 によって反射した反射光も第 4 の経路 6 8 d と、第 2 の光分岐手段 7 2 と、コリメートレンズ 7 0 及び第 1 の経路 6 8 a を逆行して、第 1 の光分岐手段 6 6 により第 2 の経路 6 8 b に導かれる。

【 0 0 4 6 】

第 2 の経路 6 8 b に導かれた各反射光はコリメートレンズ 8 8 によってコリメートビームに変換され、更に回析格子 9 0 によって回析された回析光が集光レンズ 9 2 を介してラインイメージセンサ 9 4 に入力される。

【 0 0 4 7 】

そして、ラインイメージセンサ 9 4 は回析格子 9 0 によって回析された反射光の各波長における光強度を検出し、検出信号を制御手段 4 0 に送出する。このように半導体ウエーハ 1 1 の上面（第 2 面）1 1 b と下面（第 1 面）1 1 a 及び反射ミラー 8 4 によって反射した各反射光による分光干渉波形と理論上と波形関数とに基づいて波形解析を実行すると、例えば図 4 に示すように、信号強度が高い光路長差（ $d$ ）が 3 個求められる。図 4 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。

20

【 0 0 4 8 】

図 4 に示した例においては、光路長差（ $d$ ）が  $925 \mu\text{m}$  の位置と、光路長差（ $d$ ）が  $200 \mu\text{m}$  の位置と、光路長差（ $d$ ）が  $725 \mu\text{m}$  の位置で信号強度が高く表わされている。（A）で示す光路長差（ $d$ ）が  $925 \mu\text{m}$  の位置における信号強度は、半導体ウエーハ 1 1 の上面（第 2 面）1 1 b を表し、この場合チャックテーブル 2 8 の表面から半導体ウエーハ 1 1 の上面（第 2 面）1 1 b までの距離は  $725 \mu\text{m}$  である。

30

【 0 0 4 9 】

また、（B）で示す光路長差（ $d$ ）が  $200 \mu\text{m}$  の位置の信号強度は、半導体ウエーハ 1 1 の下面（第 1 面）1 1 a を表し、この場合チャックテーブル 2 8 の表面から半導体ウエーハ 1 1 の下面までの距離が零（0）である。

【 0 0 5 0 】

一方、（C）で示す光路長差（ $d$ ）が  $725 \mu\text{m}$  の位置の信号強度は、半導体ウエーハ 1 1 の厚みを表しており、半導体ウエーハ 1 1 の厚みが  $725 \mu\text{m}$  であることが直接求められる。尚、制御手段 4 0 は、図 4 に示す解析結果を図示を省略した表示モニタに表示する。

40

【 0 0 5 1 】

図 4 の例ではチャックテーブル 2 8 上に直に載置された半導体ウエーハ 1 1 に対して波形解析を行っているが、粘着テープやサブストレート等の保護部材上に配設された被加工物では、検出された被加工物の下面を表す信号強度と光路長差（ $d_0$ ）とから保護部材の厚みも求めることができる。

【 0 0 5 2 】

以上詳述したように、本実施形態の位置計測装置 6 2 を用いると、赤外光が透過する物質から形成された半導体ウエーハ 1 1 の上面（第 2 面）1 1 b の高さ位置、下面（第 1 面）1 1 a の高さ位置及びその厚みを容易に求めることができる。

50



## 【0053】

図2を再び参照すると、位置計測兼レーザービーム照射ユニット34のレーザービーム照射手段96は、パルスレーザービーム発振手段98と、パルスレーザービーム発振手段98から発振されたパルスレーザービームを対物レンズ82に向けて方向変換するダイクロイックミラー104を備えている。

## 【0054】

パルスレーザービーム発振手段98は、YAGレーザー発振器又はYVO4レーザー発振器等からなるパルスレーザー発振器100と、パルスレーザー発振器100に付設された繰り返し周波数設定手段102とを含んでおり、例えば波長が1064nmのパルスレーザーを発振する。

## 【0055】

ダイクロイックミラー104は、集光レンズ78と対物レンズ82との間に配設され、集光レンズ78からの赤外光は透過させるが、パルスレーザービーム発振手段98から発振されたパルスレーザービームは対物レンズ82に向けて反射する。

## 【0056】

従って、パルスレーザービーム発振手段98から発振されたパルスレーザービームLBは、ダイクロイックミラー104によって反射されて対物レンズ82に入射し、対物レンズ82によって集光されてチャックテーブル28に保持された半導体ウエーハ11に照射される。

## 【0057】

ここでは、対物レンズ82は集光レンズ(集光手段)として機能する。制御手段40によりボイスコイルモータ等から構成される集光点位置調整手段86を制御することにより、パルスレーザービームLBの集光点位置を上下方向に調整することができる。

## 【0058】

次に、図7乃至図12を参照して、本発明実施形態に係るレーザー加工方法について詳細に説明する。まず、図7に示すように、レーザー加工装置2のチャックテーブル28で半導体ウエーハ11を粘着テープTを介して吸引保持し、裏面11bを露出させる。そして、環状フレームFをクランプ30でクランプして固定する(保持ステップ)。

## 【0059】

保持ステップ実施後、撮像ユニット38の赤外線撮像素子で半導体ウエーハ11をその裏面11b側から撮像し、加工予定ライン13に対応する領域をレーザーヘッド36とX軸方向に整列させるアライメントを実施する。このアライメントには、よく知られたパターンマッチング等の画像処理を利用する。

## 【0060】

第1の方向に伸長する加工予定ライン13のアライメント実施後、チャックテーブル28を90度回転してから、第1の方向に直交する第2の方向に伸長する加工予定ライン13のアライメントを実施する。

## 【0061】

アライメント実施後、図8に示すように、チャックテーブル28を矢印X1方向に加工送りすることにより、レーザーヘッド38でアライメントされた加工予定ライン13上をスキャンして、位置計測装置62により半導体ウエーハ11の上面(第2面)11bの高さ位置を検出する第2面高さ位置検出ステップ及び半導体ウエーハの下面(第1面)11aの高さ位置を検出する第1面高さ位置検出ステップを実施する。更に、上面(第2面)11bの高さ位置から下面(第1面)11aの高さ位置を減ずることにより、半導体ウエーハ11の厚みを算出する。

## 【0062】

この第2面高さ位置検出ステップと第1面高さ位置検出ステップを、第1の方向に伸長する全ての加工予定ライン13に沿って実施した後、チャックテーブル28を90度回転してから、第2の方向に伸長する全ての加工予定ライン13に沿っても同様な第2面高さ位置検出ステップと第1面高さ位置検出ステップを実施する。検出した高さ位置は、制御

10

20

30

40

50

手段（コントローラ）40のRAM46に格納する。

【0063】

次に、図9の模式図を参照して、集光レンズ（集光手段）として機能する対物レンズ82の集光点の設定方法について説明する。半導体ウエーハ11の上面（第2面）11bの高さ位置をH2、下面（第1面）11aの高さ位置をH1とし、更に改質層を形成するために集光点を位置付けるべき実際の集光点位置を下面（第1面）11aから所定高さ位置、即ち $H1 + h_0$ （所定高さ）とする。

【0064】

更に上面（第2面）11bからのレーザービームの照射深さをdとすると、 $d = H2 - (H1 + h_0)$ となる。半導体ウエーハ11の屈折率が大気と同じと仮定した場合に、半導体ウエーハの上面（第2面）に照射されたレーザービームが集光される点を仮想集光点P1とし、半導体ウエーハの上面（第2面）に照射されたレーザービームが実際に集光される点を実集光点P2とする。

10

【0065】

更に、半導体ウエーハ11の上面（第2面）11bから対物レンズ82の開口数に基づく仮想集光点P1までの距離を仮想集光点距離=1とし、半導体ウエーハの上面（第2面）から半導体ウエーハ11の屈折率に基づく実集光点P2までの集光点距離を実集光点距離=nとした場合、仮想集光点距離に対する実集光点距離の比はnで表わされる。

【0066】

従って、制御手段40により集光点位置調整手段86を制御して、 $H2 - (d/n)$ の位置に対物レンズ82の集光点を位置付けた状態でレーザービームを照射すると、実際の集光点P2は半導体ウエーハ11の下面11aから所定距離 $h_0$ の位置となり、半導体ウエーハ11の一定の高さ位置にレーザー加工を施すことができる。

20

【0067】

次に、図10を参照して、半導体ウエーハ11に対して透過性を有する波長のパルスレーザービームを使用して、半導体ウエーハ11の内部の一定の高さ位置に改質層21を形成するレーザー加工ステップについて説明する。

【0068】

レーザー加工ステップの第1の実施形態では、第1の方向に伸長する全ての加工ライン13及び第2の方向に伸長する全ての加工ライン13について上述した第2面高さ位置検出ステップと第1面高さ位置検出ステップを実施し、レーザービーム照射深さdを算出する。

30

【0069】

次いで、図10に示すように、レーザーヘッド36を半導体ウエーハ11の加工予定ライン13の一端に位置付け、対物レンズ82でパルスレーザービーム発振手段98から発振されたパルスレーザービームの集光点を $H2 - (d/n)$ に位置付けながら、チャックテーブル28をX1方向に加工送りすることにより、半導体ウエーハ11の内部の所定位置に、即ち、下面（第1面）11aから所定の高さ $h_0$ の位置に分割起点となる改質層21を形成する。

【0070】

チャックテーブル28をY軸方向に割出送りしながら第1の方向に伸長する全ての加工予定ライン13に対応するウエーハ11の内部に改質層21を形成する。次いで、チャックテーブル28を90度回転してから、第1の方向に直交する第2の方向に伸長する全ての加工予定ライン13に対応するウエーハ11の内部に同様な改質層21を形成する。

40

【0071】

改質層21は、密度、屈折率、機械的強度やその他の物理的特性が周囲とは異なる状態になった領域をいう。例えば、熔融再硬化領域、絶縁破壊領域、屈折率変化領域等を含み、これらの領域が混在した領域も含むものである。

【0072】

レーザー加工ステップを実施すると、図11に示すように、改質層21から半導体ウエ

50

一八 1 1 の表面 1 1 a 側に複数のクラック 2 3 が伸長する。図 1 1 で t 1 は半導体ウエーハ 1 1 の裏面 1 1 b を研削する際の仕上げ厚みであり、半導体チップの厚みとなる。

【 0 0 7 3 】

このレーザー加工ステップの加工条件は、例えば次のように設定されている。

【 0 0 7 4 】

光源	: L D 励起 Q スイッチ	N d : Y V O 4 パルスレーザー
波長	: 1 0 6 4 n m	
繰り返し周波数	: 1 0 0 k H z	
パルス出力	: 1 0 μ J	
集光スポット径	: 1 μ m	
加工送り速度	: 1 0 0 m m / 秒	

10

【 0 0 7 5 】

レーザー加工ステップの第 2 実施形態では、一つの加工予定ライン 1 3 に対してチャックテーブル 2 8 の加工送りの往路で第 2 面高さ位置検出ステップと第 1 面高さ位置検出ステップを実施してレーザービーム照射深さ d を算出し、チャックテーブル 2 8 の復路で同一の加工予定ラインに対してレーザー加工ステップを実施する。このような高さ位置検出ステップ及びレーザー加工ステップを全加工予定ライン 1 3 について繰り返す。

【 0 0 7 6 】

レーザー加工ステップの第 3 実施形態では、第 2 面高さ位置検出ステップと第 1 面高さ位置検出ステップ及びレーザービーム照射深さ算出ステップを実施しつつ、一つの加工予定ライン 1 3 に対してレーザー加工ステップを同時に実施する。これを全加工予定ライン 1 3 において繰り返す。

20

【 0 0 7 7 】

レーザー加工ステップ実施後、半導体ウエーハ 1 1 の裏面 1 1 b を研削する裏面研削ステップを実施する。この裏面研削ステップは、図 1 2 にその要部を示す研削装置の研削ユニット 1 1 0 を用いて実施する。

【 0 0 7 8 】

研削ユニット 1 1 0 は、モータにより回転駆動されるスピンドル 1 1 2 と、スピンドル 1 1 2 の先端に固定されたホイールマウント 1 1 4 と、ホイールマウント 1 1 4 に複数のねじ 1 1 8 により着脱可能に装着された研削ホイール 1 1 6 とを含んでいる。研削ホイール 1 1 6 は、環状基台 1 2 0 と、環状基台 1 2 0 の下面外周に固着された複数の研削砥石 1 2 2 とから構成される。

30

【 0 0 7 9 】

裏面研削ステップでは、内部に分割起点としての改質層 2 1 が形成された半導体ウエーハ 1 1 をチャックテーブル 1 2 4 で吸引保持し、半導体ウエーハ 1 1 の裏面 1 1 b を露出させる。

【 0 0 8 0 】

そして、チャックテーブル 1 2 4 を矢印 a 方向に例えば 3 0 0 r p m で回転しつつ、研削ホイール 1 1 6 を矢印 b 方向に例えば 6 0 0 0 r p m で回転させながら、研削ユニット送り機構を駆動して所定の研削送り速度（例えば 3 μ m / s ）で研削ホイール 1 1 6 を下方に研削送りしながら、研削砥石 1 2 2 で半導体ウエーハ 1 1 の裏面 1 1 b の研削を遂行する。

40

【 0 0 8 1 】

図 1 1 に示すように、半導体ウエーハ 1 1 の内部には分割起点としての改質層 2 1 と、改質層 2 1 から半導体ウエーハ 1 1 の表面 1 1 a 側に伸長するクラック 2 3 が形成されているため、半導体ウエーハ 1 1 を仕上げ厚み t 1 まで研削すると、改質層 2 1 が除去されるとともに、半導体ウエーハ 1 1 は改質層 2 1 を分割起点に個々の半導体デバイスチップ 1 5 に分割される。

【 0 0 8 2 】

上述した実施形態では、本発明のレーザー加工方法を半導体ウエーハ 1 1 に適用した例

50

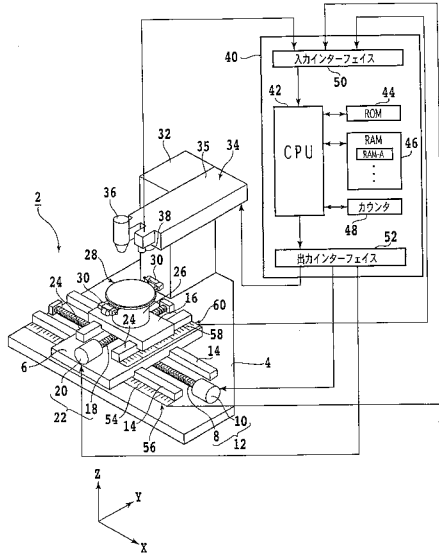
について説明したが、被加工物は半導体ウエーハ 1 1 に限定されるものではなく、照射するレーザービームに対して透明な光デバイスウエーハ、ガラス等の被加工物に対しても本発明を同様に適用することができる。

【符号の説明】

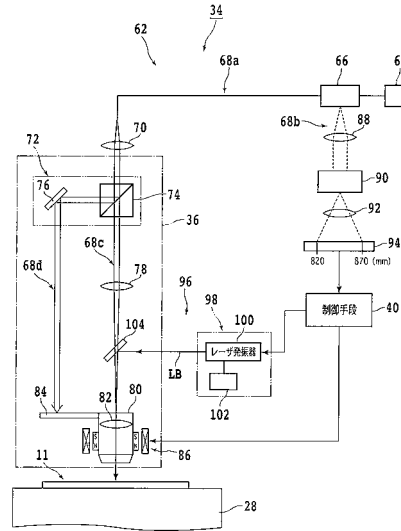
【 0 0 8 3 】

2	レーザー加工装置	
1 1	半導体ウエーハ	
1 3	加工予定ライン（分割予定ライン）	
1 5	デバイス	
2 1	改質層	10
2 3	クラック	
2 8	チャックテーブル	
3 4	位置測定兼レーザービーム照射ユニット	
3 6	レーザーヘッド	
3 8	撮像ユニット	
4 0	制御手段（コントローラ）	
6 2	位置測定装置	
6 4	赤外線発光源	
6 6	第 1 の光分岐手段	
6 8 a	第 1 の経路	20
6 8 b	第 2 の経路	
6 8 c	第 3 の経路	
6 8 d	第 4 の経路	
7 2	第 2 の光分岐手段	
7 4	ビームスプリッタ	
7 8	集光レンズ	
8 2	対物レンズ	
8 6	集光点位置調整手段	
9 0	回析格子	
9 4	ラインイメージセンサ	30
1 1 0	研削ユニット	
1 1 6	研削ホイール	
1 2 2	研削砥石	

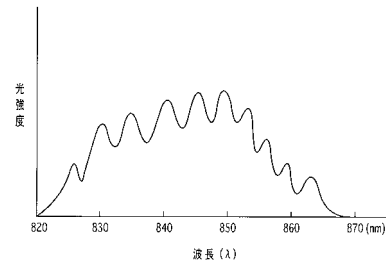
【図1】



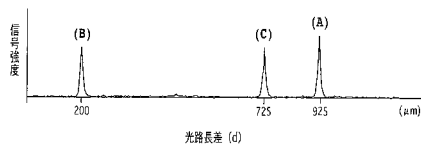
【図2】



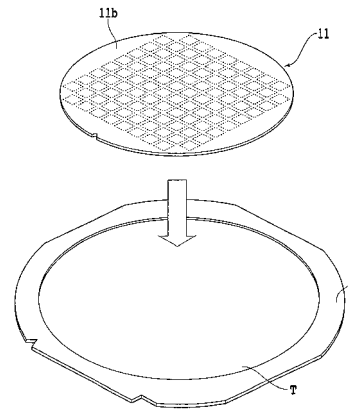
【図3】



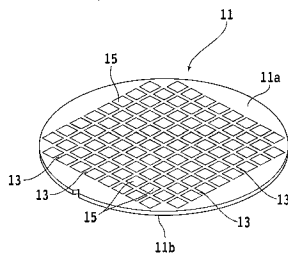
【図4】



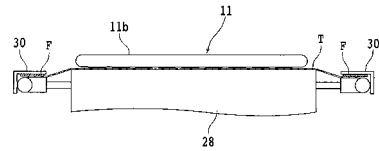
【図6】



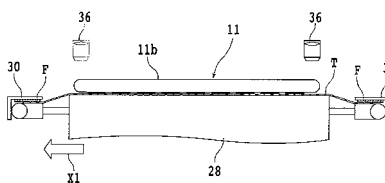
【図5】



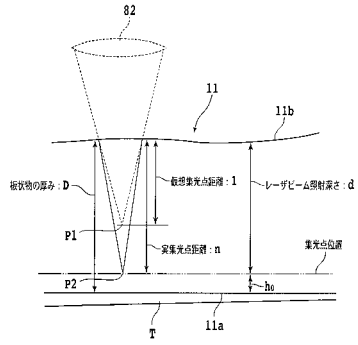
【図7】



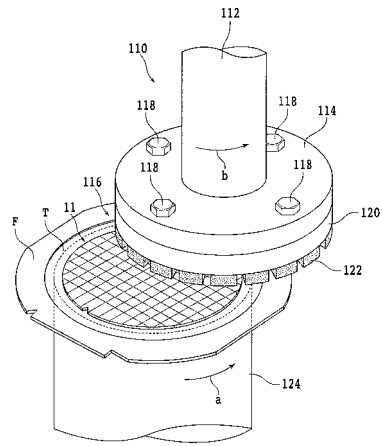
【図8】



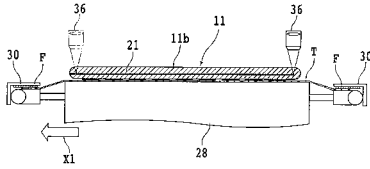
【 図 9 】



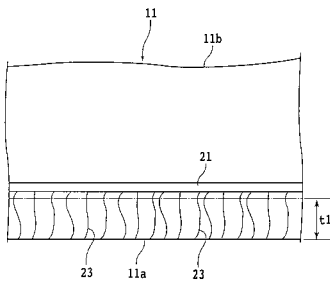
【 図 1 2 】



【 図 1 0 】



【 図 1 1 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

B 2 3 K 101:40