

(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2005-28423

(P2005-28423A)

(43) 公開日 平成17年2月3日(2005.2.3)

(51) Int. Cl.⁷

B23K 26/00
 B23K 26/04
 H01L 21/301
 // B23K 101:40

F I

B23K 26/00 320E
 B23K 26/04 C
 H01L 21/78 B
 B23K 101:40

テーマコード(参考)

4E068

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2003-272483 (P2003-272483)	(71) 出願人	000134051 株式会社ディスコ 東京都大田区東糀谷2丁目14番3号
(22) 出願日	平成15年7月9日(2003.7.9)	(74) 代理人	100075177 弁理士 小野 尚純
		(74) 代理人	100113217 弁理士 奥貫 佐知子
		(72) 発明者	重松 孝一 東京都大田区東糀谷2丁目14番3号 株式会社ディスコ内
		(72) 発明者	永井 祐介 東京都大田区東糀谷2丁目14番3号 株式会社ディスコ内
		Fターム(参考)	4E068 AE01 CA11 CB01 CC06 DA10

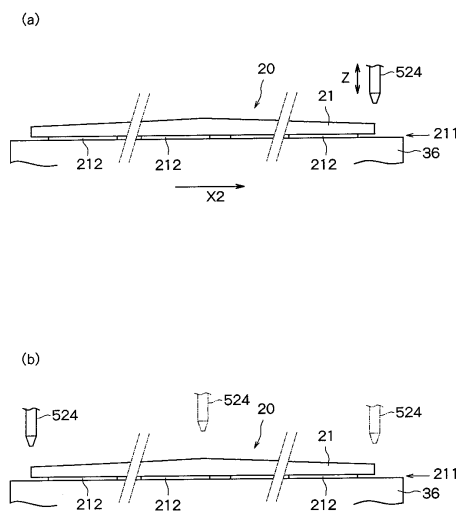
(54) 【発明の名称】 レーザー加工方法およびレーザー加工装置

(57) 【要約】

【課題】 板状物の厚さにバラツキがあっても板状物における所望位置に変質層を形成することができるレーザー加工方法およびレーザー加工装置を提供する。

【解決手段】 表面に格子状の分割予定ラインが形成された板状物をチャックテーブルに保持し、該チャックテーブルに保持された該板状物に該分割予定ラインに沿って透過性を有するレーザー光線を照射して、該板状物の内部に該分割予定ラインに沿って変質層を形成するレーザー加工方法であって、該チャックテーブルに保持された該板状物の該分割予定ラインに沿ってレーザー光線を照射する側の面の高さ位置を検出する高さ位置検出工程と、該位置検出工程によって検出された高さ位置に対応してレーザー光線の焦点位置を制御しつつ該分割予定ラインに沿ってレーザー光線を照射するレーザー光線照射工程と、を含む。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

表面に格子状の分割予定ラインが形成された板状物をチャックテーブルに保持し、該チャックテーブルに保持された該板状物に該分割予定ラインに沿って透過性を有するレーザー光線を照射して、該板状物の内部に該分割予定ラインに沿って変質層を形成するレーザー加工方法であって、

該チャックテーブルに保持された該板状物の該分割予定ラインに沿ってレーザー光線を照射する側の面の高さ位置を検出する高さ位置検出工程と、

該位置検出工程によって検出された高さ位置に対応してレーザー光線の焦点位置を制御しつつ該分割予定ラインに沿ってレーザー光線を照射するレーザー光線照射工程と、を含む、

10

ことを特徴とするレーザー加工方法。

【請求項 2】

表面に格子状の分割予定ラインが形成された板状物に該分割予定ラインに沿って透過性を有するレーザー光線を照射して、該板状物の内部に該分割予定ラインに沿って変質層を形成するレーザー加工装置において、

該板状物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該被加工物にレーザー光線を照射するレーザー光線照射手段と、該チャックテーブルと該レーザー光線照射手段を水平面内で相対移動する加工送り手段と、該レーザー光線照射手段によって照射するレーザー光線の焦点位置を調整する焦点位置調整手段と、該チャックテーブルに保持された該板状物の該分割予定ラインに沿ってレーザー光線を照射する側の面の高さ位置を検出する高さ位置検出手段と、該高さ位置検出手段によって検出された高さ位置情報を記憶する記憶手段と、該記憶手段に記憶された情報に基づいて該焦点位置調整手段を制御する制御手段と、を具備している、

20

ことを特徴とするレーザー加工装置。

【請求項 3】

制御手段は、基準位置での高さ位置と現在位置での高さ位置との差と該板状物の屈折係数に基づいて補正值を求め、該補正值に基づいて該焦点位置調整手段を制御する、請求項 2 記載のレーザー加工装置。

【請求項 4】

該高さ位置検出手段は該板状物における所定の数点の高さ位置を検出し、該制御手段は該高さ位置検出手段によって検出された各高さ位置から分割予定ラインの起伏関数 $f(x)$ を求め、該起伏関数 $f(x)$ と該板状物の屈折係数に基づいて補正值を求め、該補正值に基づいて該焦点位置調整手段を制御する、請求項 2 記載のレーザー加工装置。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、表面に格子状の分割予定ラインが形成された板状物をチャックテーブルに保持し、チャックテーブルに保持された板状物に分割予定ラインに沿って透過性を有するレーザー光線を照射して、板状物の内部に分割予定ラインに沿って変質層を形成するレーザー加工方法およびレーザー加工装置に関する。

40

【背景技術】

【0002】

半導体デバイス製造工程においては、略円板形状である半導体ウエーハの表面に格子状に配列されたストリート（分割予定ライン）によって複数の領域が区画され、この区画された領域に IC、LSI 等の回路を形成する。そして、半導体ウエーハを分割予定ラインに沿って切断することにより回路が形成された領域を分割して個々の半導体チップを製造している。また、サファイヤ基板の表面に窒化ガリウム系化合物半導体等が積層された光デバイスウエーハも分割予定ラインに沿って切断することにより個々の発光ダイオード、レーザーダイオード等の光デバイスに分割され、電気機器に広く利用されている。

50

【0003】

上述した半導体ウエーハや光デバイスウエーハ等の分割予定ラインに沿った切断は、通常、ダイサーと称されている切削装置によって行われている。この切削装置は、半導体ウエーハや光デバイスウエーハ等の被加工物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被加工物を切削するための切削手段と、チャックテーブルと切削手段とを相対的に移動せしめる移動手段とを具備している。切削手段は、高速回転せしめられる回転スピンドルと該スピンドルに装着された切削ブレードを含んでいる。切削ブレードは円盤状の基台と該基台の側面外周部に装着された環状の切れ刃からなっており、切れ刃は例えば粒径 $3\mu\text{m}$ 程度のダイヤモンド砥粒を電鍍によって基台に固定し厚さ $20\mu\text{m}$ 程度に形成されている。

10

【0004】

しかるに、サファイヤ基板、炭化珪素基板、リチウムタンタレート基板等はモース硬度が高いため、上記切削ブレードによる切断は必ずしも容易ではない。また、切削ブレードは $20\mu\text{m}$ 程度の厚さを有するため、デバイスを区画する分割予定ラインとしては幅が $50\mu\text{m}$ 程度必要となる。このため、例えば大きさが $300\mu\text{m}\times 300\mu\text{m}$ 程度のデバイスの場合には、分割予定ラインが占める面積比率が大きく、生産性が悪いという問題がある。

【0005】

一方、近年半導体ウエーハ等の板状物を分割する方法として、その板状物に対して透過性を有するレーザー光線を用い、分割すべき領域の内部に集光点を合わせてレーザー光線を照射するレーザー加工方法も試みられている。このレーザー加工方法を用いた分割方法は、板状物の一方の面側から内部に集光点を合わせて板状物に対して透過性を有する例えば赤外光領域のレーザー光線を照射し、板状物の内部に分割予定ラインに沿って変質層を連続的に形成し、この変質層が形成されることによって強度が低下した分割予定ラインに沿って外力を加えることにより、板状物を分割するものである。(例えば、特許文献1参照。)

20

【0006】

【特許文献1】特開平2002-192367号公報

【0007】

また、上述したように分割予定ラインに沿って内部に変質層が形成された板状物を分割予定ラインに沿って外力を加えて分割する際に、この分割を円滑にするため板状物におけるレーザー光線を照射する側と反対側の面に変質層を僅かに露出させるようにしたレーザー加工方法が提案されている。

30

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

而して、板状物の厚さにバラツキがあると、板状物におけるレーザー光線を照射する側と反対側の面に変質層を均一に露出させることができないという問題がある。即ち、図8の(a)に示すように板状物(W)が所定の厚さ(t)に形成されている場合には、レーザー光線(LB)を所定の内部位置に焦点(P)を合わせて照射することにより、板状物(W)におけるレーザー光線(LB)を照射する側と反対側の面に変質層(A)を均一に露出させることができる。しかるに、図8の(b)に示すように板状物(W)の厚さが所定の厚さ(t)より薄い厚さ(t1)の場合には、レーザー光線(LB)を図8の(a)に示す場合と同じ高さから照射すると、レーザー光線(LB)の屈折率の関係でレーザー光線(LB)を照射する側と反対側の面から焦点(P1)までの距離が大きくなってしまふ。この結果、レーザー光線(LB)によって形成される変質層(A)がレーザー光線を照射する側と反対側の面に露出しない。一方、図8の(c)に示すように板状物(W)の厚さが所定の厚さ(t)より厚い厚さ(t2)の場合には、レーザー光線(LB)を図8の(a)に示す場合と同じ高さから照射すると、レーザー光線(LB)の屈折率の関係でレーザー光線(LB)を照射する側と反対側の面から焦点(P2)までの距離が小さくなって

40

50

しまう。この結果、レーザー光線（LB）によって形成される変質層（A）がレーザー光線を照射する側と反対側の面に大きく露出してしまう。従って、図8の（d）で示すように中央部の厚さが厚く外周に向かって徐々に薄くなるように形成された板状物（W）に中央部を基準高さとしてレーザー光線を照射して内部に変質層を形成すると、中央部から離れると変質層（A）がレーザー光線を照射する側と反対側の面（図において下面）に達せず、外周に行くに従ってレーザー光線を照射する側と反対側の面（図において下面）に変質層（A）との距離が大きくなり、変質層（A）を所望位置に形成することができない。

【0009】

本発明は上記事実に鑑みてなされたものであり、その主たる技術的課題は、板状物の厚さにバラツキがあっても板状物における所望位置に変質層を形成することができるレーザー加工方法およびレーザー加工装置を提供することである。

10

【課題を解決するための手段】

【0010】

上記主たる技術課題を解決するため、本発明によれば、表面に格子状の分割予定ラインが形成された板状物をチャックテーブルに保持し、該チャックテーブルに保持された該板状物に該分割予定ラインに沿って透過性を有するレーザー光線を照射して、該板状物の内部に該分割予定ラインに沿って変質層を形成するレーザー加工方法であって、

該チャックテーブルに保持された該板状物の該分割予定ラインに沿ってレーザー光線を照射する側の面の高さ位置を検出する高さ位置検出工程と、

該位置検出工程によって検出された高さ位置に対応してレーザー光線の焦点位置を制御しつつ該分割予定ラインに沿ってレーザー光線を照射するレーザー光線照射工程と、を含む、

20

ことを特徴とするレーザー加工方法が提供される。

【0011】

また本発明によれば、表面に格子状の分割予定ラインが形成された板状物に該分割予定ラインに沿って透過性を有するレーザー光線を照射して、該板状物の内部に該分割予定ラインに沿って変質層を形成するレーザー加工装置において、

該板状物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該被加工物にレーザー光線を照射するレーザー光線照射手段と、該チャックテーブルと該レーザー光線照射手段を水平面内で相対移動する加工送り手段と、該レーザー光線照射手段によって照射するレーザー光線の焦点位置を調整する焦点位置調整手段と、該チャックテーブルに保持された該板状物の該分割予定ラインに沿ってレーザー光線を照射する側の面の高さ位置を検出する高さ位置検出手段と、該高さ位置検出手段によって検出された高さ位置情報を記憶する記憶手段と、該記憶手段に記憶された情報に基づいて該焦点位置調整手段を制御する制御手段と、を具備している、

30

ことを特徴とするレーザー加工装置が提供される。

【0012】

上記制御手段は、基準位置での高さ位置と現在位置での高さ位置との差と板状物の屈折係数に基づいて補正值を求め、該補正值に基づいて該焦点位置調整手段を制御する。

また、上記高さ位置検出手段は板状物における所定の数点の高さ位置を検出し、上記制御手段は高さ位置検出手段によって検出された各高さ位置から分割予定ラインの起伏関数 $f(x)$ を求め、該起伏関数 $f(x)$ と板状物の屈折係数に基づいて補正值を求め、該補正值に基づいて該焦点位置調整手段を制御する。

40

【発明の効果】

【0013】

本発明においては、チャックテーブルに保持された板状物の分割予定ラインに沿ってレーザー光線を照射する側の面の高さ位置を検出し、該高さ位置に対応してレーザー光線の焦点位置を制御しつつ分割予定ラインに沿ってレーザー光線を照射するので、板状物の厚さにバラツキがあっても板状物の所望位置に変質層を形成することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

50

【0014】

以下、本発明によるレーザー加工方法およびレーザー加工装置について、添付図面を参照して、更に詳細に説明する。

【0015】

図1には、本発明に従って構成されたレーザー加工装置の斜視図が示されている。図1に示すレーザー加工装置は、静止基台2と、該静止基台2に矢印Xで示す加工送り方向に移動可能に配設され被加工物を保持するチャックテーブル機構3と、静止基台2に上記矢印Xで示す方向と直角な矢印Yで示す割り出し送り方向に移動可能に配設されたレーザー光線照射ユニット支持機構4と、該レーザー光線ユニット支持機構4に矢印Zで示す焦点位置調整方向に移動可能に配設されたレーザー光線照射ユニット5とを具備している。

10

【0016】

上記チャックテーブル機構3は、静止基台2上に矢印Xで示す方向に沿って平行に配設された一对の案内レール31、31と、該案内レール31、31上に矢印Xで示す方向に移動可能に配設された第一の滑動ブロック32と、該第一の滑動ブロック32上に矢印Yで示す方向に移動可能に配設された第二の滑動ブロック33と、該第二の滑動ブロック33上に円筒部材34によって支持された支持テーブル35と、被加工物保持手段としてのチャックテーブル36を具備している。このチャックテーブル36は多孔性材料から形成された吸着チャック361を具備しており、吸着チャック361上に被加工物である例えば円盤状の半導体ウエーハを図示しない吸引手段によって保持するようになっている。また、チャックテーブル36は、円筒部材34内に配設された図示しないパルスモータによ

20

【0017】

上記第一の滑動ブロック32は、その下面に上記一对の案内レール31、31と嵌合する一对の被案内溝321、321が設けられているとともに、その上面に矢印Yで示す方向に沿って平行に形成された一对の案内レール322、322が設けられている。このように構成された第一の滑動ブロック32は、被案内溝321、321が一对の案内レール31、31に嵌合することにより、一对の案内レール31、31に沿って矢印Xで示す方向に移動可能に構成される。図示の実施形態におけるチャックテーブル機構3は、第一の滑動ブロック32を一对の案内レール31、31に沿って矢印Xで示す方向に移動させるための加工送り手段37を具備している。加工送り手段37は、上記一对の案内レール31と31の間に平行に配設された雄ネジロッド371と、該雄ネジロッド371を回転駆動するためのパルスモータ372等の駆動源を含んでいる。雄ネジロッド371は、その一端が上記静止基台2に固定された軸受ブロック373に回転自在に支持されており、その他端が上記パルスモータ372の出力軸に図示しない減速装置を介して伝動連結されている。なお、雄ネジロッド371は、第一の滑動ブロック32の中央部下面に突出して設けられた図示しない雌ネジブロックに形成された貫通雌ネジ穴に螺合されている。従って、パルスモータ372によって雄ネジロッド371を正転および逆転駆動することにより、第一の滑動ブロック32は案内レール31、31に沿って矢印Xで示す加工送り方向に移動せしめられる。

30

【0018】

上記第二の滑動ブロック33は、その下面に上記第一の滑動ブロック32の上面に設けられた一对の案内レール322、322と嵌合する一对の被案内溝331、331が設けられており、この被案内溝331、331を一对の案内レール322、322に嵌合することにより、矢印Yで示す方向に移動可能に構成される。図示の実施形態におけるチャックテーブル機構3は、第二の滑動ブロック33を第一の滑動ブロック32に設けられた一对の案内レール322、322に沿って矢印Yで示す方向に移動させるための第一の割り出し送り手段38を具備している。第一の割り出し送り手段38は、上記一对の案内レール322と322の間に平行に配設された雄ネジロッド381と、該雄ネジロッド381を回転駆動するためのパルスモータ382等の駆動源を含んでいる。雄ネジロッド381は、その一端が上記第一の滑動ブロック32の上面に固定された軸受ブロック383に回

40

50

転自在に支持されており、その他端が上記パルスモータ382の出力軸に図示しない減速装置を介して伝動連結されている。なお、雄ネジロッド381は、第2の滑動ブロック33の中央部下面に突出して設けられた図示しない雌ネジブロックに形成された貫通雌ネジ穴に螺合されている。従って、パルスモータ382によって雄ネジロッド381を正転および逆転駆動することにより、第2の滑動ブロック33は案内レール322、322に沿って矢印Yで示す割り出し送り方向に移動せしめられる。

【0019】

上記レーザー光線照射ユニット支持機構4は、静止基台2上に矢印Yで示す割り出し送り方向に沿って平行に配設された一对の案内レール41、41と、該案内レール41、41上に矢印Yで示す方向に移動可能に配設された可動支持基台42を具備している。この可動支持基台42は、案内レール41、41上に移動可能に配設された移動支持部421と、該移動支持部421に取り付けられた装着部422とからなっている。装着部422は、一側面に矢印Zで示す方向に延びる一对の案内レール423、423が平行に設けられている。図示の実施形態におけるレーザー光線照射ユニット支持機構4は、可動支持基台42を一对の案内レール41、41に沿って割り出し送り方向である矢印Yで示す方向に移動させるための第2の割り出し送り手段43を具備している。第2の割り出し送り手段43は、上記一对の案内レール41、41の間に平行に配設された雄ネジロッド431と、該雄ねじロッド431を回転駆動するためのパルスモータ432等の駆動源を含んでいる。雄ネジロッド431は、その一端が上記静止基台2に固定された図示しない軸受ブロックに回転自在に支持されており、その他端が上記パルスモータ432の出力軸に図示しない減速装置を介して伝動連結されている。なお、雄ネジロッド431は、可動支持基台42を構成する移動支持部421の中央部下面に突出して設けられた図示しない雌ネジブロックに形成された雌ネジ穴に螺合されている。このため、パルスモータ432によって雄ネジロッド431を正転および逆転駆動することにより、可動支持基台42は案内レール41、41に沿って矢印Yで示す割り出し送り方向に移動せしめられる。

【0020】

図示の実施形態におけるレーザー光線照射ユニット5は、ユニットホルダ51と、該ユニットホルダ51に取り付けられたレーザー光線照射手段52を具備している。ユニットホルダ51は、上記装着部422に設けられた一对の案内レール423、423に摺動可能に嵌合する一对の被案内溝511、511が設けられており、この被案内溝511、511を上記案内レール423、423に嵌合することにより、矢印Zで示す方向に移動可能に支持される。

【0021】

図示のレーザー光線照射手段52は、上記ユニットホルダ51に固定され実質上水平に延出する円筒形状のケーシング521を含んでいる。ケーシング521内には図2に示すようにレーザー光線発振手段522とレーザー光線変調手段523とが配設されている。レーザー光線発振手段522としてはYAGレーザー発振器或いはYVO4レーザー発振器を用いることができる。レーザー光線変調手段523は繰り返し周波数設定手段523a、レーザー光線パルス幅設定手段523b、およびレーザー光線波長設定手段523cを含んでいる。レーザー光線変調手段523を構成する繰り返し周波数設定手段523a、レーザー光線パルス幅設定手段523bおよびレーザー光線波長設定手段523cは当業者には周知の形態のものでよく、それ故にこれらの構成についての詳細な説明は本明細書においては省略する。上記ケーシング521の先端には、それ自体は周知の形態でよい集光器524が装着されている。

【0022】

上記レーザー光線発振手段522が発振するレーザー光線はレーザー光線変調手段523を介して集光器524に到達する。レーザー光線変調手段523における繰り返し周波数設定手段523aはレーザー光線を所定繰り返し周波数のパルスレーザー光線にし、レーザー光線パルス幅設定手段523bはパルスレーザー光線のパルス幅を所定幅に設定し、そしてレーザー光線波長設定手段523cはパルスレーザー光線の波長を所定値に設定

10

20

30

40

50

する。

【0023】

上記レーザー光線照射手段52を構成するケーシング521の前端部には、上記レーザー光線照射手段52によってレーザー加工すべき加工領域を検出するアライメント手段6が配設されている。このアライメント手段6は、図示の実施形態においては可視光線によって撮像する通常の撮像素子(CCD)の外に、被加工物に赤外線を照射する赤外線照明手段と、該赤外線照明手段によって照射された赤外線を捕らえる光学系と、該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撮像素子(赤外線CCD)等で構成されており、撮像した画像信号を後述する制御手段に送る。

【0024】

また、実施形態におけるレーザー加工装置は、上記チャックテーブル36上に保持される被加工物としての板状物におけるレーザー光線を照射する側の面(チャックテーブル36上に保持される板状物の上面)の高さ位置を検出する高さ位置検出手段7を備えている。この高さ位置検出手段7は、実施形態においてはレーザー光線照射手段52を構成する集光器524に装着され、エアギャップセンサーや超音波センサー等を用いることができ、検出信号を後述する制御手段に送る。

【0025】

図示の実施形態におけるレーザー光線照射ユニット5は、ユニットホルダ51を一对の案内レール423、423に沿って矢印Zで示す方向に移動させるための焦点位置調整手段53を具備している。焦点位置調整手段53は、上記各送り手段と同様に一对の案内レール423、423の間に配設された雄ネジロッド(図示せず)と、該雄ネジロッドを回転駆動するためのパルスモータ532等の駆動源を含んでおり、パルスモータ532によって図示しない雄ネジロッドを正転および逆転駆動することにより、ユニットホルダ51およびレーザービーム照射手段52を案内レール423、423に沿って矢印Zで示す焦点位置調整方向に移動せしめる。従って、焦点位置調整手段53は、レーザー光線照射手段52によって照射するレーザー光線の焦点位置を調整する機能を有する。

【0026】

図示の実施形態におけるレーザー加工装置は、制御手段10を具備している。制御手段10はマイクロ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)101と、制御プログラム等を格納するリードオンリメモリ(ROM)102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)103と、入力インターフェース104および出力インターフェース105とを備えている。なお、ランダムアクセスメモリ(RAM)103は、上記高さ位置検出手段7によって検出された板状物におけるレーザー光線を照射する側の面の高さ位置を記憶する記憶手段として機能する。このように構成された制御手段10の入力インターフェース104には、上記アライメント手段6や高さ位置検出手段7等からの検出信号が入力される。また、出力インターフェース105からは、上記パルスモータ372、パルスモータ382、パルスモータ432、パルスモータ532、レーザー光線照射手段52等に制御信号を出力する。

【0027】

次に、上述したレーザー加工装置を用いて板状物としての半導体ウエーハを加工処理するレーザー加工方法について説明する。

図3には本発明によるレーザー加工方法によって加工処理される半導体ウエーハの斜視図が示されている。図3に示す半導体ウエーハ20は、シリコンウエーハからなる半導体基板21の表面21aに格子状に配列された複数のストリート(切断予定ライン)211によって複数の領域が区画され、この区画された領域にIC、LSI等の回路212が形成されている。

【0028】

上述したように構成された半導体ウエーハ20は、表面21aに保護テープが貼着され図1に示すレーザー加工装置のチャックテーブル機構3を構成するチャックテーブル36

10

20

30

40

50

の吸着チャック361上に裏面20bを上側にして搬送され、該吸着チャック361に保護テープ側が吸引保持される。このようにして半導体ウエーハ10を吸引保持したチャックテーブル36は、加工送り手段37の作動により案内レール31、31に沿って移動せしめられレーザー光線照射ユニット5に配設されたアライメント手段6の直下に位置付けられる。

【0029】

チャックテーブル36がアライメント手段6の直下に位置付けられると、アライメント手段6および制御手段10によって半導体ウエーハ20のレーザー加工すべき加工領域を検出するアライメント作業を実行する。即ち、アライメント手段6および制御手段10は、半導体ウエーハ20の所定方向に形成されている切断予定ライン211と、切断予定ライン211に沿ってレーザー光線を照射するレーザー光線照射ユニット5の集光器524との位置合わせを行うためのパターンマッチング等の画像処理を実行し、レーザー光線照射位置のアライメントを遂行する。また、半導体ウエーハ20に形成されている上記所定方向に対して直角に延びる切断予定ライン211に対しても、同様にレーザー光線照射位置のアライメントが遂行される。このとき、半導体ウエーハ20の切断予定ライン211が形成されている表面21aは下側に位置しているが、アライメント手段6が上述したように赤外線照明手段と赤外線を捕らえる光学系および赤外線に対応した電気信号を出力する撮像素子(赤外線CCD)等で構成された撮像手段を備えているので、裏面21bから透かして切断予定ライン211を撮像することができる。

10

【0030】

以上のようにしてチャックテーブル36上に保持されている半導体ウエーハ20に形成されているストリート211を検出し、レーザービーム照射位置のアライメントが行われたならば、チャックテーブル36を移動して図4の(a)で示すように所定の切断予定ライン211の一端(図において左端)を高さ位置検出手段7の直下に位置付ける。そして、チャックテーブル36を矢印X1で示す方向に移動し、図4の(b)で示すように半導体ウエーハ20の所定の切断予定ライン211の他端(図において右端)まで移動する間に高さ位置検出手段7によってレーザー光線を照射する側の面(チャックテーブル36上に保持される板状物の上面)の高さ位置を検出し、その検出信号を制御手段10に送る。そして、制御手段10は、高さ位置検出手段7から送られた高さ位置検出信号と、チャックテーブル36の移動位置から所定の切断予定ライン211に沿ったレーザー光線を照射する側の面のX,Z座標値を演算し、ランダムアクセスメモリ(RAM)103に一時格納する(高さ位置検出工程)。

20

30

【0031】

次に、チャックテーブル36を移動して上述したように半導体ウエーハ20におけるレーザー光線を照射する側の面のX,Z座標値が検出された所定の切断予定ライン211の他端を(図において右端)図5の(a)で示すようにレーザー光線照射手段52の集光器524の直下に位置付ける。そして、集光器524からレーザー光線を照射しつつチャックテーブル36を矢印X2で示す方向に所定の加工送り速度で図5の(b)で示すように半導体ウエーハ20の所定の切断予定ライン211の他端(図において右端)まで移動せしめる(レーザー光線照射工程)。この間において制御手段10は、上述した高さ位置検出工程においてランダムアクセスメモリ(RAM)103に格納されたレーザー光線を照射する側の面のX,Z座標値に基づいて焦点位置調整手段53のパルスモータ532を制御し集光器524の高さ位置、即ちZ軸方向位置を調整する。即ち、制御手段10は、先ず半導体ウエーハ20におけるレーザー光線を照射する側の面のX,Z座標値に対応した補正値を次式によって求める。

40

補正値 = (基準値 - 現在地) × 屈折係数

ここで、基準値は、基準位置(例えば、ウエーハの標準厚さ)での高さ位置

現在地は、現在位置での高さ位置

屈折係数は、大気中に対する被加工物の屈曲係数(例えば、シリコンの場合は0.25)

50

上記のようにして補正値を求めたならば、制御手段10は、集光器524のZ軸方向位置を次式によって求める。

Z軸方向位置 = 設定高さ位置 + 補正値

ここで、設定高さ位置は、基準位置でのZ軸方向位置

上記のようにして求めたZ軸方向位置に基づいて、制御手段10は焦点位置調整手段53のパルスモータ532を制御して集光器524をZ軸方向位置に位置付ける。

この結果、半導体ウエーハ20の内部に形成される変質層210は、レーザー光線を照射する側と反対側の面(チャックテーブル36上に保持される板状物の下面)に均一に露出して形成される。このように図示の実施形態においては、半導体ウエーハ20の厚さ方向の所望位置に変質層を形成することができる。

10

【0032】

なお、上記レーザー光線照射工程における加工条件は、例えば次のように設定されている。

レーザー	; YVO4	パルスレーザー
波長	; 1064 nm	
パルスエネルギー	; 10 μJ	
繰り返し周波数	; 100 kHz	
パルス幅	; 25 ns	
集光スポット径	; 1 μm	
集光点のピークパワー密度	; $5.1 \times 10^8 \text{ W/cm}^2$	
加工送り速度	; 100 mm/秒	

20

【0033】

なお、半導体ウエーハ20の厚さが厚い場合には、図6に示すように集光点Pを段階的に変えて上述したレーザー光線照射工程を複数回実行することにより、複数の変質層210a、210b、210cを形成することが望ましい。この変質層210a、210b、210cの形成は、210a、210b、210cの順番でレーザー光線の集光点を段階的に変位して行うことが好ましい。

【0034】

上述した実施形態においては、高さ位置検出工程およびレーザー光線照射工程を1本の切断予定ライン毎にそれぞれ実行する例を示したが、高さ位置検出工程は全ての切断予定ラインについて実行し、レーザー光線照射工程の遂行に先立って全切断予定ラインの情報をランダムアクセスメモリ(RAM)103に記憶させておいてもよい。

30

【0035】

以上のようにして、半導体ウエーハ20の全てのストリート211に沿って変質層を形成したならば、半導体ウエーハ20を保持しているチャックテーブル36は、最初に半導体ウエーハ20を吸引保持した位置に戻され、ここで半導体ウエーハ20の吸引保持を解除する。そして、半導体ウエーハ20は、図示しない搬送手段によって分割工程に搬送される。

【0036】

次に、レーザー光線の焦点位置を制御するの他の実施形態について説明する。

40

この実施形態においては、図7(a)および図7(b)に示すように中央部の厚さが厚く外周に向かって徐々に薄くなるような特性を有する円形状の板状物(W)について適用される。即ち、この実施形態においては、板状物(W)がチャックテーブル上に保持された状態でチャックテーブルの表面を原点として数点の高さ位置を検出し、この数点の高さ位置に基づいて起伏関数 $f(x)$ を求めることにより、レーザー光線の焦点位置を制御する。

図7(a)および図7(b)において板状物(W)の中心部の上面高さ位置(a)と、中心部を通る図7(b)において左右方向の第1の方向の分割予定ラインの左端部上面高さ位置(b)と、該第1の方向の分割予定ラインの右端部上面高さ位置(c)と、中心部を通る図7(b)において上下方向の第2の方向の分割予定ラインの上端部上面高さ位置

50

(d) と、該第 2 の方向の分割予定ラインの下端部上面高さ位置 (e) を検出する。そして、板状物 (W) の半径を (r)、中心部を通る第 1 の方向の分割予定ラインを X 軸座標、中心部を通る第 2 の方向の分割予定ラインを Y 軸座標とし、第 1 の方向の分割予定ラインの全てを X 軸座標を基準として局座標 (r) で表した場合、第 1 の方向の分割予定ラインの起伏関数 f (x) は、数式 1 および数式 2 で表される。

【 0 0 3 7 】

【 数 1 】

f (x) 第 1 象限および第 4 象限 =

$$\frac{[\{c + 2(d - c)\theta / \pi\} - \{a + (d - a)\sin\theta\}] \cdot X}{r \cdot \cos\theta} + \{a + (d - a)\sin\theta\}$$

10

【 0 0 3 8 】

【 数 2 】

f (x) 第 2 象限および第 3 象限 =

$$\frac{[\{b + 2(d - b)\theta / \pi\} - \{a + (d - a)\sin\theta\}] \cdot X}{r \cdot \cos\theta} + \{a + (d - a)\sin\theta\}$$

20

また、中心部を通る第 1 の方向の分割予定ラインを Y 軸座標、中心部を通る第 2 の方向の分割予定ラインを X 軸座標とし、第 2 の方向の分割予定ラインの全てを X 軸座標を基準として局座標 (r) で表した場合、第 2 の方向の分割予定ラインの起伏関数 f (x) は、数式 3 および数式 4 で表される。

【 0 0 3 9 】

【 数 3 】

f (x) 第 1 象限および第 4 象限 =

$$\frac{[\{d + 2(b - d)\beta / \pi\} - \{a + (b - a)\sin\beta\}] \cdot X}{r \cdot \cos\beta} + \{a + (b - a)\sin\beta\}$$

30

【 0 0 4 0 】

【 数 4 】

f (x) 第 2 象限および第 3 象限 =

$$\frac{[\{e + 2(b - e)\beta / \pi\} - \{a + (b - a)\sin\beta\}] \cdot X}{r \cdot \cos\beta} + \{a + (b - a)\sin\beta\}$$

40

【 0 0 4 1 】

上記数式 1、数式 2 および数式 3、数式 4 によって第 1 の方向の分割予定ラインおよび第 2 の方向の分割予定ラインの起伏関数 f (x) が求められたならば、次式によって補正値を求める。

補正値 = (基準値 - f (x)) × 屈折係数

そして、制御手段 10 は、集光器 524 の Z 軸方向位置を次式によってもとめる。

50

Z軸方向位置 = 設定高さ位置 + 補正值

上記のようにして求めたZ軸方向位置に基づいて、制御手段10は焦点位置調整手段53のパルスモータ532を制御して集光器524をZ軸方向位置に位置付ける。

【0042】

上述した各実施形態においては、チャックテーブルに板状物のチャックテーブル側、即ちレーザー光線を照射する側と反対側の面に変質層を露出して形成する例を示したが、レーザー光線を照射する上面側に板状物の起伏に沿った変質層を形成する場合には、板状物の屈折率を考慮することなく現在位置に対応してレーザー光線照射手段52の集光器524をZ軸方向に移動すればよい。

【図面の簡単な説明】

10

【0043】

【図1】本発明に従って構成されたレーザー加工装置の斜視図。

【図2】図1に示すレーザー加工装置に装備されるレーザービーム加工手段の構成を簡略に示すブロック図。

【図3】本発明によるレーザー加工方法によって加工される被加工物としての半導体ウエーハの斜視図。

【図4】本発明によるレーザー加工方法における高さ位置検出工程の説明図。

【図5】本発明によるレーザー加工方法におけるレーザー光線照射工程の説明図。

【図6】本発明によるレーザー加工方法におけるレーザー光線照射工程の説明図。

【図7】本発明によるレーザー加工方法におけるレーザー光線の焦点位置を制御するの他の実施形態を示す説明図。

20

【図8】従来のレーザー加工方法によって形成される変質層の説明図。

【符号の説明】

【0044】

2：静止基台

3：チャックテーブル機構

31：案内レール

36：チャックテーブル

4：レーザー光線照射ユニット支持機構

41：案内レール

30

42：可動支持基台

5：レーザー光線照射ユニット

51：ユニットホルダ

52：レーザー光線加工手段

522：レーザー光線発振手段

523：レーザー光線変調手段

524：集光器

6：アライメント手段

7：高さ位置検出手段

10：制御手段

40

20：半導体ウエーハ

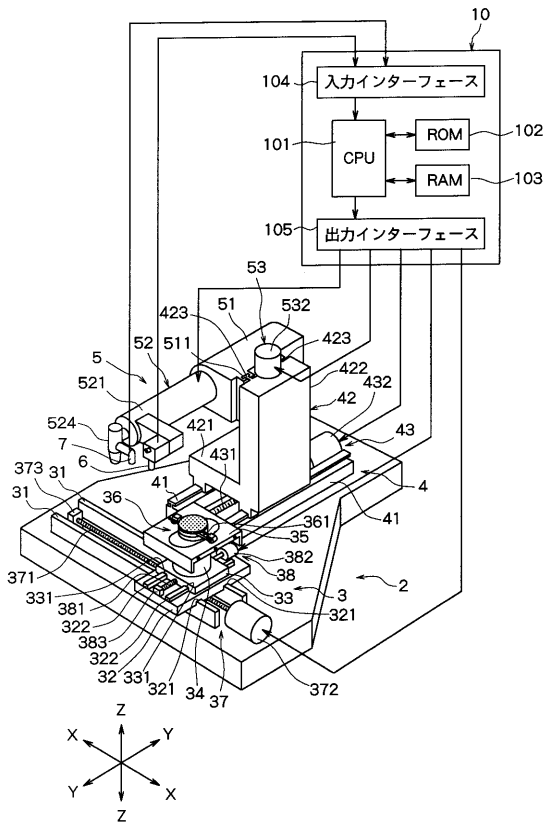
21：半導体基板

210：変質層

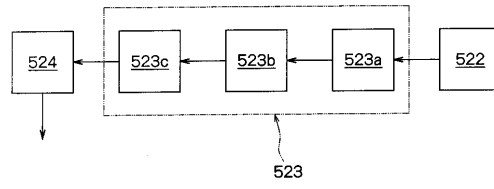
211：ストリート

212：回路

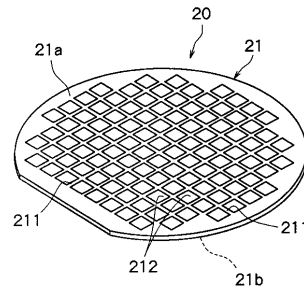
【 図 1 】



【 図 2 】

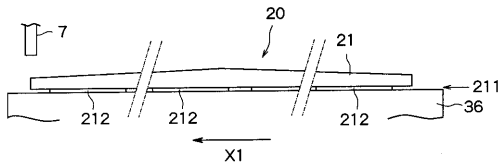


【 図 3 】

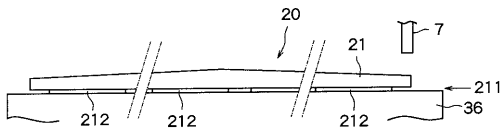


【 図 4 】

(a)

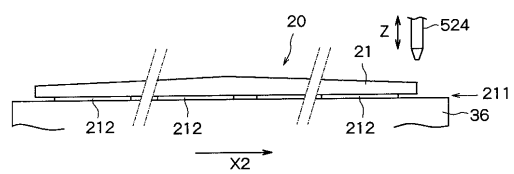


(b)

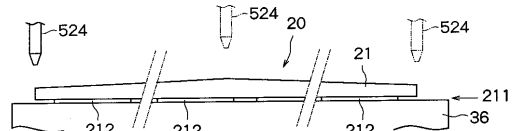


【 図 5 】

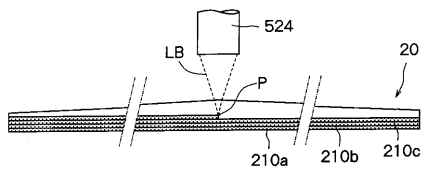
(a)



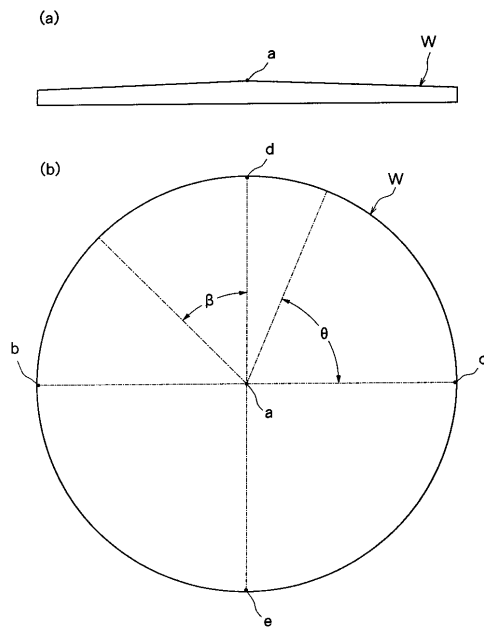
(b)



【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】

