

(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2007-931

(P2007-931A)

(43) 公開日 平成19年1月11日(2007.1.11)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 3 K 26/067 (2006.01)	B 2 3 K 26/067	4 E 0 6 8
B 2 3 K 26/06 (2006.01)	B 2 3 K 26/06	A
	B 2 3 K 26/06	Z

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2006-135159 (P2006-135159)	(71) 出願人	000134051 株式会社ディスコ
(22) 出願日	平成18年5月15日 (2006.5.15)		東京都大田区大森北二丁目13番11号
(31) 優先権主張番号	特願2005-151001 (P2005-151001)	(74) 代理人	100075177 弁理士 小野 尚純
(32) 優先日	平成17年5月24日 (2005.5.24)	(74) 代理人	100113217 弁理士 奥貫 佐知子
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(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
		Fターム(参考)	4E068 CA03 CA11 CB08 CD04 CD08 CD13 CE04 DA10

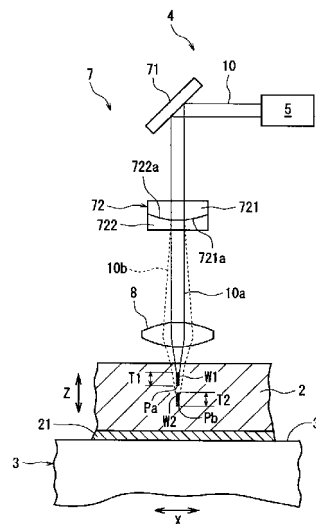
(54) 【発明の名称】 レーザー加工装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 簡単な構成で被加工物に厚さ方向に2層の変質層を同時に形成することができるレーザー加工装置を提供する。

【解決手段】 チャックテーブルに3保持された被加工物2に該被加工物に対して透過性を有するレーザー光線を照射するレーザー光線照射手段4と、チャックテーブル3とレーザー光線照射手段4とを相対的に加工送りする加工送り手段とを具備し、レーザー光線照射手段4がレーザー光線発振手段5と、レーザー光線発振手段が発振するレーザー光線を伝送する光学伝送手段7と、該光学伝送手段によって伝送されたレーザー光線を集光せしめる集光レンズ8とを含んでいるレーザー加工装置であって、光学伝送手段7はレーザー光線発振手段5が発振するレーザー光線を常光と異常光に分離する複屈折レンズ72を備え、集光レンズ8は、複屈折レンズ72によって分離された常光と異常光をそれぞれ集光せしめ、常光の集光点と異常光の集光点とを形成する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

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に該被加工物に対して透過性を有する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とを相対的に加工送りする加工送り手段とを具備し、

該レーザー光線照射手段は、レーザー光線発振手段と、該レーザー光線発振手段が発振するレーザー光線を伝送する光学伝送手段と、該光学伝送手段によって伝送されたレーザー光線を集光せしめる集光レンズとを含んでいる、レーザー加工装置において、

該光学伝送手段は、該レーザー光線発振手段が発振するレーザー光線を常光と異常光に分離する複屈折レンズを備え、

該集光レンズは、該複屈折レンズによって分離された常光と異常光をそれぞれ集光せしめ、常光の集光点と異常光の集光点とを形成する、

ことを特徴とするレーザー加工装置。

10

【請求項 2】

該光学伝送手段は、該レーザー光線発振手段と該複屈折レンズとの間に配設された波長板を備えている、請求項 1 記載のレーザー加工装置。

【請求項 3】

該複屈折レンズは、所定の曲率を有する凸面を備えたガラス体と、該ガラス体の該凸面と対応する曲率を有する凹面を備えた結晶体とからなり、該ガラス体の該凸面と該結晶体の該凹面が結合して構成されている、請求項 1 又は 2 記載のレーザー加工装置。

20

【請求項 4】

該複屈折レンズと該集光レンズとの間には、該集光レンズに入射するレーザー光線の光軸を加工送り方向に変位せしめる複屈折偏向板が配設されている、請求項 1 から 3 のいずれかに記載のレーザー加工装置。

【請求項 5】

該複屈折偏向板は、所定の傾斜角度を有する傾斜面を備えた結晶体と、該結晶体の該傾斜面と対応する傾斜面を備えたガラス体とからなり、該結晶体の該傾斜面と該ガラス体の該傾斜面が結合して構成されている、請求項 1 から 4 のいずれかに記載のレーザー加工装置。

30

【請求項 6】

該レーザー光線発振手段と該複屈折レンズとの間には、該集光レンズによるレーザー光線の集光点深さ位置を変位せしめる集光点深さ変位手段が配設されている、ことを特徴とする、請求項 1 から 5 のいずれかに記載のレーザー加工装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体ウエーハ等の被加工物に対して透過性を有するパルスレーザー光線等のレーザー光線を照射し、被加工物の内部に変質層を形成する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、シリコン基板、サファイア基板、炭化珪素基板、リチウム tantalate 基板、ガラス基板或いは石英基板の如き適宜の基板を含むウエーハの表面に格子状に形成されたストリートと呼ばれる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（機能素子）を形成する。そして、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機能素子が形成された領域を分割して個々の半導体デバイスを製造している。ウエーハを分割するための方法としては、レーザー光線を利用する種々の様式が提案されている。

【0003】

50

半導体ウエーハ等の板状の被加工物を分割する方法として、その被加工物に対して透過性を有するパルス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パルス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、被加工物の一方の面側から内部に集光点を合わせて被加工物に対して透過性を有する例えば波長が1064nmのパルスレーザー光線を照射し、被加工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、被加工物を分割するものである。(例えば、特許文献1参照。)

【特許文献1】特許第3408805号公報

【0004】

10

しかるに、ウエーハに外力を加えて分割予定ラインに沿って精密に破断せしめるためには、変質層の厚さ、即ちウエーハの厚さ方向における変質層の寸法を比較的大きくすることが必要である。上述したレーザー加工方法によって形成される変質層の厚さはパルスレーザー光線の集光点近傍において10~50μmであるため、変質層の厚さを増大せしめるためにはパルスレーザー光線の集光点の位置をウエーハの厚さ方向に変位せしめて、パルスレーザー光線とウエーハとを分割予定ラインに沿って繰り返し相対的に移動せしめることが必要である。従って、特にウエーハの厚さが比較的厚い場合、ウエーハを精密に破断するのに必要な厚さの変質層の形成に長時間を要する。

【0005】

上記問題解消するため、パルスレーザー光線の集光点を被加工物の厚さ方向に複数形成し、複数の変質層を同時に形成するレーザー加工装置が提案されている。(例えば、特許文献2参照。)

20

【特許文献1】特開2005-28438号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上記公報に開示されたレーザー加工装置によれば、被加工物の厚さ方向に形成される複数の集光点の部位に変質層を同時に形成することができる。しかしながら、このレーザー加工装置は、複数の集光点を形成するための機構が比較的複雑であり、実用的には必ずしも満足し得るものではない。

30

【0007】

本発明は上記事実を鑑みてなされたものであり、その主たる技術的課題は、簡単な構成で被加工物の厚さ方向に2層の変質層を同時に形成することができる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】

【0008】

上記主たる技術的課題を解決するために、本発明によれば、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に該被加工物に対して透過性を有する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とを相対的に加工送りする加工送り手段とを具備し、

40

該レーザー光線照射手段は、レーザー光線発振手段と、該レーザー光線発振手段が発振するレーザー光線を伝送する光学伝送手段と、該光学伝送手段によって伝送されたレーザー光線を集光せしめる集光レンズとを含んでいる、レーザー加工装置において、

該光学伝送手段は、該レーザー光線発振手段が発振するレーザー光線を常光と異常光に分離する複屈折レンズを備え、

該集光レンズは、該複屈折レンズによって分離された常光と異常光をそれぞれ集光せしめ、常光の集光点と異常光の集光点とを形成する、

ことを特徴とするレーザー加工装置が提供される。

【0009】

上記光学伝送手段は、上記レーザー光線発振手段と上記複屈折レンズとの間に配設され

50

た波長板を備えている。

上記複屈折レンズは、所定の曲率を有する凸面を備えたガラス体と、該ガラス体の該凸面と対応する曲率を有する凹面を備えた結晶体とからなり、ガラス体の凸面と結晶体の凹面が結合して構成されている。

上記複屈折レンズと上記集光レンズとの間には、集光レンズに入射するレーザー光線の光軸を加工送り方向に変位せしめる複屈折偏向板が配設されていることが望ましい。複屈折偏向板は、所定の傾斜角度を有する傾斜面を備えた結晶体と、該結晶体の該傾斜面と対応する傾斜面を備えたガラス体とからなり、結晶体の傾斜面とガラス体の傾斜面が結合して構成されている。

また、上記レーザー光線発振手段と上記複屈折レンズとの間には、上記集光レンズによるレーザー光線の集光点深さ位置を変位せしめる集光点深さ変位手段が配設されていることが望ましい。

10

【発明の効果】

【0010】

本発明のレーザー加工装置においては、レーザー光線発振手段から発振されたレーザー光線を複屈折レンズによって常光と異常光に分離し、この分離された常光と異常光を集光レンズによってそれぞれ集光せしめ、常光の集光点と異常光の集光点とを形成するので、2層の変質層を同時に形成することができる。このように本発明のレーザー加工装置は、複屈折レンズを配設した簡単な構成により、被加工物の厚さ方向に2層の変質層を同時に形成することができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

以下、本発明に従って構成されたレーザー加工装置の好適な実施形態について、添付図面を参照して詳細に説明する。

【0012】

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実施形態の概略構成図が示されている。図1に示すレーザー加工装置は、被加工物であるウエーハ2を保持するためのチャックテーブル3と全体を番号4で示すレーザー光線照射手段とを具備している。

【0013】

チャックテーブル3は、例えば多孔質部材から形成され或いは複数個の吸引孔又は溝が形成された吸着チャック31を具備しており、該吸着チャック31が図示しない吸引手段に連通されている。従って、吸着チャック31上に被加工物であるウエーハ2の回路面側に貼着された保護テープ21側を載置し、図示しない吸引手段を作動することにより、ウエーハ2はチャックテーブル3上に吸引保持される。このように構成されたチャックテーブル3は、図示しない加工送り手段によって図1において矢印Xで示す加工送り方向に移動せしめられるように構成されている。従って、チャックテーブル3とレーザー光線照射手段4は、矢印Xで示す加工送り方向に相対的に移動可能である。

30

【0014】

レーザー光線照射手段4は、パルスレーザー光線発振手段5と、このパルスレーザー光線発振手段5が発振するパルスレーザーを伝送する光学伝送手段7と、該光学伝送手段7によって伝送されたレーザー光線を集光せしめる集光レンズ8を具備している。パルスレーザー光線発振手段5は、被加工物であるウエーハ2に対して透過性を有する直線偏光のパルスレーザー光線10を発振する。このパルスレーザー光線発振手段5は、ウエーハ2がシリコン基板、炭化珪素基板、リチウムタングレート基板、ガラス基板或いは石英基板を含むウエーハである場合、例えば波長が1064nmであるパルスレーザー光線10を発振するYVO4パルスレーザー発振器或いはYAGパルスレーザー発振器を用いることができる。

40

【0015】

光学伝送手段7は、パルスレーザー光線発振手段5から発振されたパルスレーザー光線10を図1において下方に向けて90度変換する方向変換ミラー71と、該方向変換ミラ

50

ー 7 1 によって方向変換されたパルスレーザー光線 1 0 を常光と異常光に分離する複屈折レンズ 7 2 とを具備している。複屈折レンズ 7 2 は、図示の実施形態においては LASF35 ガラス体 7 2 1 と、YV04 結晶体 7 2 2 とによって構成されている。LASF35 ガラス体 7 2 1 は所定の曲率（例えば曲率半径が 5 8 mm）を有する凸面 7 2 1 a を備え、YV04 結晶体 7 2 2 はガラス体 7 2 1 の凸面 7 2 1 a と対応する曲率を有する凹面 7 2 2 a を備えており、ガラス体 7 2 1 の凸面 7 2 1 a と結晶体 7 2 2 の凹面 7 2 2 a が結合して構成されている。このように構成された複屈折レンズ 7 2 は、方向変換ミラー 7 1 によって方向変換されたパルスレーザー光線 1 0 が YV04 結晶体 7 2 2 の光学軸に対して所定の角度をもって入射されると、パルスレーザー光線 1 0 を図において実線で示す常光 1 0 a と破線で示す異常光 1 0 b に分離する。即ち、複屈折レンズ 7 2 は、常光 1 0 a については屈折させずにそのまま通
10

【 0 0 1 6 】

次に、パルスレーザー光線 1 0 を YV04 結晶体 7 2 2 の光学軸に対して所定の角度をもって入射させる他の実施形態について、図 2 を参照して説明する。

図 2 に示す実施形態は、図 1 に示す実施形態における方向変換ミラー 7 1 と複屈折レンズ 7 2 との間に二分の一波長板 7 5 を配設したものである。この二分の一波長板 7 5 は、
20 偏光面を回動することによりパルスレーザー光線 1 0 の YV04 結晶体 7 2 2 の光学軸に対する入射角を変えることができる。このパルスレーザー光線 1 0 の YV04 結晶体 7 2 2 の光学軸に対する入射角を 4 5 度にするにより、複屈折レンズ 7 2 によって分離される常光 1 0 a と異常光 1 0 b との比率をそれぞれ 5 0 % にすることができる。

【 0 0 1 7 】

上記集光レンズ 8 は、複屈折レンズ 7 2 によって分離された常光 1 0 a と異常光 1 0 b をそれぞれ集光せしめる。即ち、集光レンズ 8 は、常光 1 0 a については被加工物であるウエーハ 2 の内部における集光点 Pa に集光せしめ、異常光 1 0 b については被加工物であるウエーハ 2 の内部における集光点 Pb に集光せしめる。この集光点 Pb は、異常光 1 0 b が上述したように複屈折レンズ 7 2 によって外側に屈折せしめられているので、常光 1 0 a の
30 集光点 Pa より深い位置（図 1 および図 2 において下方位置）、即ち集光レンズ 8 から光軸方向に離れた位置となる。

なお、図 1 および図 2 に示す実施形態における複屈折レンズ 7 2 はガラス体 7 2 1 が凸面 7 2 1 a を備え結晶体 7 2 2 が凹面 7 2 2 a を備えた例を示したが、ガラス体に凹面を備え結晶体に凸面を備えた構成にしてもよい。このこのように構成した場合には、異常光の集光点が常光の集光点より浅い位置（図 1 および図 2 において上方位置）、即ち光軸方向に集光レンズ 8 に近い位置となる。

【 0 0 1 8 】

上述したようにパルスレーザー光線 1 0 の常光 1 0 a が集光点 Pa に集光せしめられると、これに起因して集光点 Pa の近傍、通常は集光点 Pa から上方に向かって厚さ T 1 を有する領域で被加工物であるウエーハ 2 に変質層 W 1 が形成される。また、パルスレーザー光線 1 0 の異常光 1 0 b が集光点 Pb に集光せしめられると、集光点 Pb 近傍、通常は集光点 P
40 b から上方に向かって厚さ T 2 を有する領域で被加工物であるウエーハ 2 に変質層 W 2 が生成される。被加工物であるウエーハ 2 に形成される変質層はウエーハ 2 の材質或いは集光せしめられるパルスレーザー光線 1 0 の常光 1 0 a と異常光 1 0 b の強度にも依存するが、通常は溶融再固化（即ち、パルスレーザー光線 1 0 の常光 1 0 a と異常光 1 0 b が集光されている時に溶融されパルスレーザー光線 1 0 の集光が終了した後に固化される）、ポイド或いはクラックである。

【 0 0 1 9 】

図示の実施形態におけるレーザー加工装置は、上述したようにパルスレーザー光線を照
50

射しつつチャックテーブル 3 (従って、チャックテーブル 3 に保持された被加工物であるウエーハ 2) を、図 1 および図 2 において例えば左方に移動せしめる。この結果、ウエーハ 2 の内部には、図 3 に示すように所定の分割予定ラインに沿って厚さ T 1 および T 2 を有する 2 個の変質層 W 1 および W 2 が同時に形成される。このように、図示の実施形態におけるレーザー加工装置によれば、複屈折レンズ 7 2 を配設した簡単な構成により、被加工物であるウエーハ 2 にその厚さ方向に変位せしめられた 2 個の領域に厚さ T 1 および T 2 を有する変質層 W 1 および W 2 を同時に形成することができる。

【0020】

なお、上記レーザー加工における加工条件は、例えば次のように設定されている。

光源	: LD 励起 Q スイッチ Nd : YAG パルスレーザー	10
波長	: 1 0 6 4 n m	
パルス出力	: 2 . 5 μ J	
集光スポット径	: 1 μ m	
パルス幅	: 4 0 n s	
繰り返し周波数	: 1 0 0 k H z	
加工送り速度	: 1 0 0 m m / 秒	

【0021】

なお、被加工物であるウエーハ 2 の厚さが厚く、厚さ T 1 および T 2 を有する変質層 W 1 および W 2 では分割ラインに沿ってウエーハ 2 を精密に分割するには不十分である場合には、レーザー光線照射手段 4 とチャックテーブル 3 とを光軸方向、即ち図 1 および図 2 において矢印 Z で示す上下方向に相対的に所定距離移動せしめ、これによって集光点 P a および集光点 P b を光軸方向、従って被加工物であるウエーハ 2 の厚さ方向に変位せしめ、レーザー光線照射手段 4 からパルスレーザー光線を照射しつつチャックテーブル 3 を図 1 および図 2 において矢印 X で示す加工送り方向に移動せしめる。この結果、被加工物であるウエーハ 2 には、上記変質層 W 1 および W 2 に加えて厚さ方向に変位した部位に厚さ T 1 および T 2 を有する変質層 W 1 および W 2 形成することができる。

【0022】

次に、レーザー光線照射手段 4 における光学伝送手段 7 の他の実施形態について、図 4 を参照して説明する。

図 4 に示す光学伝送手段 7 は、上記図 1 に示す実施形態における複屈折レンズ 7 2 と集光レンズ 8 との間に集光レンズ 8 に入射するレーザー光線 1 0 の常光 1 0 a と異常光 1 0 b の光軸を加工送り方向 X に変位せしめる複屈折偏向板 7 3 を配設したものである。なお、図 4 に示す実施形態においては、複屈折偏向板 7 3 以外は上記図 1 に示すレーザー光線照射手段 4 の各構成要素を同一の構成であるため、同一部材には同一符号を付してその説明は省略する。

複屈折偏向板 7 3 は、図示の実施形態においては YV04 結晶体 7 3 1 と LASF35 ガラス体 7 3 2 とからなっている。YV04 結晶体は所定の傾斜角度 (例えば 3 . 5 度) を有する面 7 3 1 a を備え、LASF35 ガラス体 7 3 2 は YV04 結晶体 7 3 1 の傾斜面 7 3 1 a と対応する傾斜面 7 3 2 a を備えており、YV04 結晶体 7 3 1 の傾斜面 7 3 1 a と LASF35 ガラス体 7 3 2 傾斜面 7 3 2 a が結合して構成されている。このように構成された複屈折偏向板 7 3 は、複屈折レンズ 7 2 によって分離されたパルスレーザー光線 1 0 の常光 1 0 a については屈折させずにそのまま通過させ、異常光 1 0 b については図 4 において左方に屈折させる。この結果、集光レンズ 8 は、常光 1 0 a については被加工物であるウエーハ 2 の内部における集光点 P a に集光せしめ、異常光 1 0 b については常光 1 0 a の集光点 P a に対して図 4 において矢印 X で示す加工送り方向に距離 S だけ左方に変位して被加工物であるウエーハ 2 の内部における集光点 P b に集光せしめる。この集光点 P b は、異常光 1 0 b が上述したように複屈折レンズ 7 2 によって外側に屈折せしめられているので、常光 1 0 a の集光点 P a より深い位置 (図 4 において下方位置)、即ち集光レンズ 8 から光軸方向に離れた位置となる。

【0023】

10

20

30

40

50

上述したようにパルスレーザー光線10の常光10aが集光点Paに集光せしめられると、これに起因して集光点Paの近傍、通常は集光点Paから上方に向かって厚さT1を有する領域で被加工物であるウエーハ2に変質層W1が形成される。また、パルスレーザー光線10の異常光10bが集光点Pbに集光せしめられると、集光点Pb近傍、通常は集光点Pbから上方に向かって厚さT2を有する領域で被加工物であるウエーハ2に変質層W2が生成される。このとき、異常光10bの集光点Pbは常光10aの集光点Paに対して図4において矢印Xで示す加工送り方向に距離Sだけ変位しているため、常光10aの集光点Paと異常光10bの集光点Pbが干渉することはなく、集光点が浅い常光10aによって集光点が深い異常光10bが阻害されることはない。従って、常光10aの集光点Pa近傍および異常光10bの集光点Pb近傍にそれぞれ所望の深さの変質層W1およびW2を形成することができる。

10

【0024】

次に、レーザー光線照射手段4における光学伝送手段7の更に他の実施形態について、図5を参照して説明する。

図5に示す光学伝送手段7は、上記パルスレーザー光線発振手段5と方向変換ミラー71との間に集光点深さ変位手段74を配設したものである。なお、図5に示す実施形態においては、集光点深さ変位手段74以外は上記図4に示すレーザー光線照射手段4の各構成要素を同一の構成であるため、同一部材には同一符号を付してその説明は省略する。

図5に示す集光点深さ変位手段74は、間隔を置いて配設された第1の凸レンズ741および第2の凸レンズ742と、該第1の凸レンズ741と第2の凸レンズ742との間に配設された第1のミラー対743および第2のミラー対744とからなっている。第1のミラー対743は互いに平行に配設された第1のミラー743aと第2のミラー743bとからなり、該第1のミラー743aと第2のミラー743bは互いの間隔を維持した状態で図示しないミラー保持部材に固定されている。第2のミラー対744も互いに平行に配設された第1のミラー744aと第2のミラー744bとからなっており、該第1のミラー744aと第2のミラー744bは互いの間隔を維持した状態で図示しないミラー保持部材に固定されている。そして、図5に示す状態においては第1の凸レンズ741の焦点(f1)と第2の凸レンズ742の焦点(f2)が、第1のミラー対743の第2のミラー743bと第2のミラー対744の第1のミラー744aの間の集束点Dで一致するように構成されている。この状態においては、第2の凸レンズ742から方向変換ミラー71に向けて照射されるパルスレーザー光線10は平行となる。

20

30

【0025】

このように構成された図5に示す集光点深さ変位手段74においては、パルスレーザー光線発振手段5から発振されたパルスレーザー光線10を、第1の凸レンズ741、第1のミラー対743の第1のミラー743aおよび第2のミラー743b、第2のミラー対744の第1のミラー744aおよび第2のミラー744b、第2の凸レンズ742を介して方向変換ミラー71に導く。そして、図5に示す集光点深さ変位手段74は、第1のミラー対743および第2のミラー対744をそれぞれ保持する図示しないミラー保持部材を、それぞれ第1のミラー743aと第2のミラー743bおよび第1のミラー744aと第2のミラー744bが点対称の位置となる点Q、Qを中心として回動し、各ミラーの設置角度を変更することにより第1の凸レンズ741の焦点(f1)および第2の凸レンズ742の焦点(f2)をそれぞれ図5において左右方向に変位することができる。このように構成された集光点深さ変位手段74は、図5に示す状態においては上述したように第1の凸レンズ741の焦点(f1)と第2の凸レンズ742の焦点(f2)が集束点Dで一致し、第2の凸レンズ742から方向変換ミラー71に向けて照射されるパルスレーザー光線10を平行にする。一方、第1のミラー対743および第2のミラー対744を点Q、Qを中心として一方に回動し、第1の凸レンズ741の焦点(f1)を上記集束点Dより図5において左方に変位し、第2の凸レンズ742の焦点(f2)を上記集束点Dより図5において右方に変位すると、第2の凸レンズ742から方向変換ミラー71に向けて照射されるパルスレーザー光線10は末広がりととなる。この結果、方向変換ミラー71を介して上記複屈折レンズ72に

40

50

入射するパルスレーザー光線10も末広がりとなるため、複屈折レンズ72によって分離され集光レンズ73によって集光される常光10aの集光点Paと異常光10bの集光点Pbは図示の状態より下方に変位する。他方、第1のミラー対743および第2のミラー対744を点Q、Qを中心として他方に回動し、第1の凸レンズ741の焦点(f1)を上記集束点Dより図5において右方に変位し、第2の凸レンズ742の焦点(f2)を上記集束点Dより図5において左方に変位すると、第2の凸レンズ742から方向変換ミラー71に向けて照射されるパルスレーザー光線10は末細りとなる。この結果、方向変換ミラー71を介して上記複屈折レンズ72に入射するパルスレーザー光線10も末細りとなるため、複屈折レンズ72によって分離され集光レンズ73によって集光される常光10aの集光点Paと異常光10bの集光点Pbは図示の状態より上方に変位する。

10

【0026】

なお、光学伝送手段7は、曲率半径または結晶体の異なる複数の複屈折レンズおよび傾斜角または結晶体の異なる複数の複屈折偏向板を準備して適宜交換するように構成することにより、Z方向およびX方向に2つの集光点の距離を適宜変更することができる。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】本発明に従って構成されたレーザー加工装置の概略構成図。

【図2】図1のレーザー加工装置に装備されるレーザー光線照射手段の他の実施形態を示す概略構成図。

【図3】図1のレーザー加工装置によって被加工物の内部に2個の変質層を同時に形成した状態を示す説明図。

20

【図4】図1のレーザー加工装置に装備されるレーザー光線照射手段を構成する光学伝送手段の他の実施形態を示す概略構成図。

【図5】図1のレーザー加工装置に装備されるレーザー光線照射手段を構成する光学伝送手段の更に他の実施形態を示す概略構成図。

【符号の説明】

【0028】

- 2：ウエーハ（被加工物）
- 3：チャックテーブル
- 4：レーザー光線照射手段
- 5：パルスレーザー光線発振手段
- 7：光学伝送手段

30

71：方向変換ミラー

72：複屈折レンズ

721：LASF35ガラス体

722：YOV4結晶体

73：複屈折偏向板

731：YOV4結晶体

732：LASF35ガラス体

74：集光点深さ変位手段

741：第1の凸レンズ

742：第2の凸レンズ

743：第1のミラー対

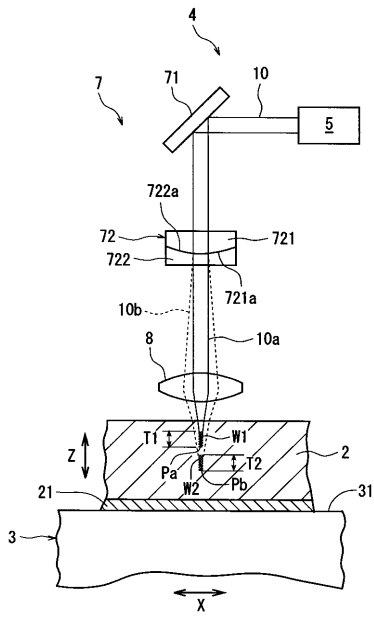
744：第2のミラー対

75：二分の一波長板

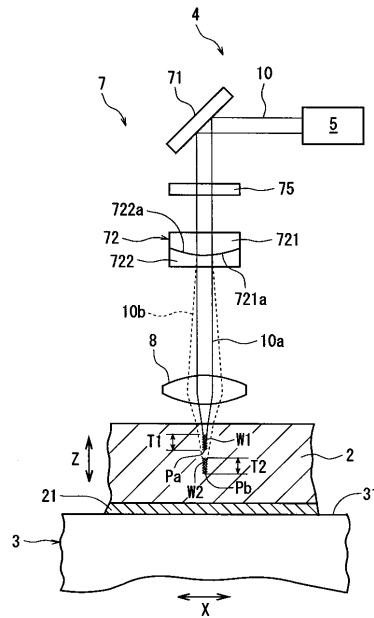
8：集光レンズ

40

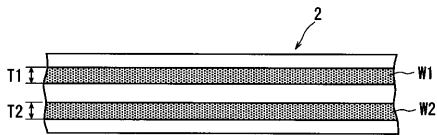
【 図 1 】



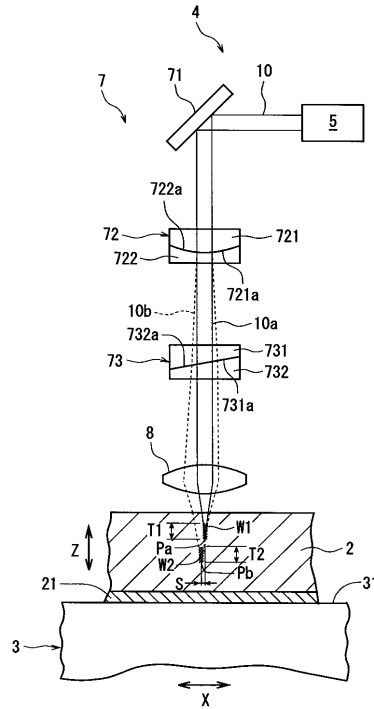
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】

