(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5452247号
(P5452247)

(45)発行日　平成26年3月26日(2014.3.26)　(24)登録日　平成26年1月10日(2014.1.10)

(51)Int.Cl.		F I		
B23K 26/00	(2014.01)	B23K	26/00	M
B23K 26/08	(2014.01)	B23K	26/00	H
B23K 26/40	(2014.01)	B23K	26/00	N
H01L 21/301	(2006.01)	B23K	26/08	D
B28D 5/00	(2006.01)	B23K	26/40	

請求項の数 2　(全 15 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2010-11348(P2010-11348)
(22)出願日　平成22年1月21日(2010.1.21)
(65)公開番号　特開2011-147968(P2011-147968A)
(43)公開日　平成23年8月4日(2011.8.4)
審査請求日　平成24年8月7日(2012.8.7)

(73)特許権者　000003458
東芝機械株式会社
東京都千代田区内幸町２丁目２番２号
(74)代理人　100088487
弁理士　松山　允之
(74)代理人　100119035
弁理士　池上　徹真
(72)発明者　井出　光廣
静岡県沼津市大岡２０６８の３　東芝機械株式会社内
(72)発明者　林　誠
静岡県沼津市大岡２０６８の３　東芝機械株式会社内

審査官　山崎　孔徳

最終頁に続く

(54)【発明の名称】レーザダイシング装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
被加工基板を載置可能なステージと、
クロック信号を発生する基準クロック発振回路と、
パルスレーザビームを出射するレーザ発振器と、
前記パルスレーザビームを前記クロック信号に同期させるレーザ発振器制御部と、
前記レーザ発振器と前記ステージとの間の光路に設けられ、前記パルスレーザビームの前記被加工基板への照射と非照射を切り替えるパルスピッカーと、
前記クロック信号に同期して、光パルス単位で前記パルスレーザビームの前記パルスピッカーにおける通過と遮断を制御するパルスピッカー制御部と、
前記被加工基板と前記パルスレーザビームとの標準の相対速度に対応する第１のダイシング加工データを前記パルスレーザビームの照射光パルスと非照射光パルスとの光パルス数で記述した第１の加工テーブルを記憶する加工テーブル部と、
前記被加工基板と前記パルスレーザビームとの相対速度の設定値を入力する速度入力部と、
前記設定値と前記第１の加工テーブルを基に、前記設定値に対応する第２のダイシング加工データを前記パルスレーザビームの照射光パルスと非照射光パルスとの光パルス数で記述した第２の加工テーブルを演算し前記加工テーブル部へ記憶させる演算部であって、前記第１の加工テーブルを用いて前記標準の相対速度で加工する場合の前記被加工基板上の照射光パルスの間隔と、前記第２の加工テーブルを用いて前記設定値で加工する場合の

前記被加工基板上の照射光パルスの間隔を合わせるように演算する演算部とを備え、
前記第２の加工テーブルに基づき、前記パルスピッカー制御部が前記パルスレーザビームの前記パルスピッカーにおける通過と遮断を制御することを特徴とするレーザダイシング装置。
【請求項２】
前記ステージを移動することにより前記被加工基板と前記パルスレーザビームとを相対的に移動させ、前記設定値がステージ速度の設定値であることを特徴とする請求項１記載のレーザダイシング装置。

【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、パルスレーザビームを用いるレーザダイシング装置に関する。
【背景技術】
【０００２】
半導体基板のダイシングにパルスレーザビームを用いる方法が特許文献１に開示されている。特許文献１の方法は、パルスレーザビームによって生ずる光学的損傷により加工対象物の内部にクラック領域を形成する。そして、このクラック領域を起点として加工対象物を切断する。
【０００３】
従来の技術では、パルスレーザビームのエネルギー、スポット径、パルスレーザビームと加工対象物の相対移動速度等をパラメータとしてクラック領域の形成を制御している。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００４】
【特許文献１】特許第３８６７１０７号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００５】
もっとも、従来の方法では、予期せぬ場所にクラックが生じるなど、クラックの発生を十分に制御できないという問題がある。このため、特に、例えばサファイアなどのような硬質の基板のダイシング、あるいは、割断幅の狭いダイシングには適用することが困難である。また、例えば、生産性をコントロールするためにダイシング速度を変える際に、速度変更前後で安定したダイシング加工を実現することが困難である。
【０００６】
本発明は、上述の事情に鑑みてなされたもので、優れた割断特性を有するとともに、ダイシング速度を変えても安定したダイシンング加工を実現するレーザダイシング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】
本発明の一態様のレーザダイシング装置は、被加工基板を載置可能なステージと、クロック信号を発生する基準クロック発振回路と、パルスレーザビームを出射するレーザ発振器と、前記パルスレーザビームを前記クロック信号に同期させるレーザ発振器制御部と、前記レーザ発振器と前記ステージとの間の光路に設けられ、前記パルスレーザビームの前記被加工基板への照射と非照射を切り替えるパルスピッカーと、前記クロック信号に同期して、光パルス単位で前記パルスレーザビームの前記パルスピッカーにおける通過と遮断を制御するパルスピッカー制御部と、前記被加工基板と前記パルスレーザビームとの標準の相対速度に対応する第１のダイシング加工データを前記パルスレーザビームの照射光パルスと非照射光パルスとの光パルス数で記述した第１の加工テーブルを記憶する加工テーブル部と、前記被加工基板と前記パルスレーザビームとの相対速度の設定値を入力する速

度入力部と、前記設定値と前記第１の加工テーブルを基に、前記設定値に対応する第２のダイシング加工データを前記パルスレーザビームの照射光パルスと非照射光パルスとの光パルス数で記述した第２の加工テーブルを演算し前記加工テーブル部へ記憶させる演算部であって、前記第１の加工テーブルを用いて前記標準の相対速度で加工する場合の前記被加工基板上の照射光パルスの間隔と、前記第２の加工テーブルを用いて前記設定値で加工する場合の前記被加工基板上の照射光パルスの間隔を合わせるように演算する演算部とを備え、前記第２の加工テーブルに基づき、前記パルスピッカー制御部が前記パルスレーザビームの前記パルスピッカーにおける通過と遮断を制御することを特徴とする。

【０００８】
上記態様のレーザダイシング装置において、前記ステージを移動することにより前記被加工基板と前記パルスレーザビームとを相対的に移動させ、前記設定値がステージ速度の設定値であることが望ましい。

【発明の効果】

【０００９】
本発明によれば、優れた割断特性を有するとともに、ダイシング速度を変えても安定したダイシンング加工を実現するレーザダイシング装置を提供することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【００１０】
【図１】実施の形態のレーザダイシング装置の一例を示す概略構成図である。
【図２】実施の形態のレーザダイシング装置を用いたレーザダイシング方法のタイミング制御を説明する図である。
【図３】実施の形態のレーザダイシング装置を用いたレーザダイシング方法のパルスピッカー動作と変調パルスレーザビームのタイミングを示す図である。
【図４】実施の形態のレーザダイシング装置を用いたレーザダイシング方法の照射パターンの説明図である。
【図５】サファイア基板上に照射される照射パターンを示す上面図である。
【図６】図５のＡＡ断面図である。
【図７】ステージ移動とダイシング加工との関係を説明する図である。
【図８】照射パターンの一例を示す図である。
【図９】レーザダイシング加工の結果の一例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【００１１】
以下、本発明の実施の形態について図面を参照して説明する。

【００１２】
本実施の形態のレーザダイシング装置は、被加工基板を載置可能なステージと、クロック信号を発生する基準クロック発振回路と、パルスレーザビームを出射するレーザ発振器と、パルスレーザビームをクロック信号に同期させるレーザ発振器制御部と、レーザ発振器とステージとの間の光路に設けられ、パルスレーザビームの被加工基板への照射と非照射を切り替えるパルスピッカーと、クロック信号に同期して、光パルス単位でパルスレーザビームのパルスピッカーにおける通過と遮断を制御するパルスピッカー制御部と、を備える。さらに、被加工基板とパルスレーザビームとの標準の相対速度に対するダイシング加工データをパルスレーザビームの光パルス数で記述した加工テーブルを記憶する加工テーブル部と、被加工基板とパルスレーザビームとの相対速度の設定値を入力する速度入力部と、上記設定値と加工テーブルを基に、上記設定値に対応する新たな加工テーブルを演算し加工テーブル部へ記憶させる演算部とを備える。そして、新たな加工テーブルに基づき、パルスピッカー制御部がパルスレーザビームのパルスピッカーにおける通過と遮断を制御する。

【００１３】
本実施の形態のレーザダイシング装置は、上記構成を備えることにより、優れた割断特

性を有するとともに、ダイシング速度を変えても安定したダイシンング加工を実現する。すなわち、例えば生産性をコントロールするために、被加工基板とパルスレーザビームとの相対速度を変化させても、常にほぼ同一のダイシング加工形状が実現される。

【００１４】

図１は本実施の形態のレーザダイシング装置の一例を示す概略構成図である。図１に示すように、本実施の形態のレーザダイシング装置１０は、その主要な構成として、レーザ発振器１２、パルスピッカー１４、ビーム整形器１６、集光レンズ１８、ＸＹＺステージ部２０、レーザ発振器制御部２２、パルスピッカー制御部２４および加工制御部２６を備えている。加工制御部２６には所望のクロック信号Ｓ１を発生する基準クロック発振回路２８、加工テーブル部３０、および、演算部４２が備えられている。さらに、被加工基板とパルスレーザビームとの相対速度の設定値を入力する速度入力部４０を備えている。

【００１５】

レーザ発振器１２は、基準クロック発振回路２８で発生するクロック信号Ｓ１に同期した周期ＴｃのパルスレーザビームＰＬ１を出射するよう構成されている。照射パルス光の強度はガウシアン分布を示す。

【００１６】

ここでレーザ発振器１２から射出されるレーザ波長は被加工基板に対して透過性の波長を使用する。また、レーザ発振器１２から出力されるパルスレーザビームは、固定された周波数と照射エネルギー（照射パワー）を備えている。レーザとしては、Ｎｄ：ＹＡＧレーザ、Ｎｄ：$ＹＶＯ_4$レーザ、Ｎｄ：ＹＬＦレーザ等を用いることができる。例えば、被加工基板がサファイア基板である場合には、波長５３２ｎｍの、Ｎｄ：$ＹＶＯ_4$レーザを用いることが望ましい。

【００１７】

なお、ダイシング加工速度の自由度を上げる観点から、固定された周波数はできるだけ高い周波数、例えば、１００ＫＨｚ以上であることが望ましい。

【００１８】

パルスピッカー１４は、レーザ発振器１２とレーザビームスキャナ１８との間の光路に設けられる。そして、クロック信号Ｓ１に同期してパルスレーザビームＰＬ１の通過と遮断（オン／オフ）を切り替えることで被加工基板へのパルスレーザビームＰＬ１の照射と非照射を、光パルス数単位で切り替えるよう構成されている。このように、パルスピッカー１４の動作によりパルスレーザビームＰＬ１は、被加工基板の加工のためにオン／オフが制御され、変調された変調パルスレーザビームＰＬ２となる。

【００１９】

パルスピッカー１４は、例えば音響光学素子（ＡＯＭ）で構成されていることが望ましい。また、例えばラマン回折型の電気光学素子（ＥＯＭ）を用いても構わない。

【００２０】

ビーム整形器１６は、入射したパルスレーザビームＰＬ２を所望の形状に整形されたパルスレーザビームＰＬ３とする。例えば、ビーム径を一定の倍率で拡大するビームエキスパンダである。また、例えば、ビーム断面の光強度分布を均一にするホモジナイザのような光学素子が備えられていてもよい。また、例えばビーム断面を円形にする素子や、ビームを円偏光にする光学素子が備えられていても構わない。

【００２１】

集光レンズ１８は、ビーム整形器１６で整形されたパルスレーザビームＰＬ３を集光し、ＸＹＺステージ部２０上に載置される被加工基板Ｗ、例えばＬＥＤが下面に形成されるサファイア基板にパルスレーザビームＰＬ４を照射するよう構成されている。

【００２２】

ＸＹＺステージ部２０は、被加工基板Ｗを載置可能で、ＸＹＺ方向に自在に移動できるＸＹＺステージ（以後、単にステージとも言う）、その駆動機構部、ステージの位置を計測する例えばレーザ干渉計を有した位置センサ等を備えている。ここで、ＸＹＺステージは、その位置決め精度および移動誤差がサブミクロンの範囲の高精度になるよう構成され

ている。

【００２３】

速度入力部４０は、例えば生産性を上げたい時に、標準のステージ速度より速くしたステージ速度の設定値あるいは遅くしたステージ速度の設定値を、例えばオペレータが入力可能なよう構成されている。速度入力部４０は、例えばキーボードを備えた入力端末である。

【００２４】

加工制御部２６はレーザダイシング装置１０による加工を全体的に制御する。基準クロック発振回路２８は、所望のクロック信号Ｓ１を発生する。また、加工テーブル部３０には、標準のステージ速度に対するダイシング加工データをパルスレーザビームの光パルス数で記述した加工テーブルが記憶される。

【００２５】

演算部４２は、速度入力部４０から入力される新たなステージ速度の設定値と加工テーブルを基に、新たなステージ速度の設定値に対応する新たな加工テーブルを演算し加工テーブル部へ記憶させる機能を備える。この時、ステージ速度の変更前後でダイシング加工形状がほぼ同等となるような加工テーブルを作成する。

【００２６】

標準のステージ速度に対するダイシング加工データを上書きする。仮に、入力される新たなステージ速度の設定値と標準のステージ速度が同一であれば、新たな加工テーブルの演算は行わない。

【００２７】

次に、上記レーザダイシング装置１０を用いたレーザダイシング方法について、図１～図７を用いて説明する。

【００２８】

本実施の形態のレーザダイシング装置１０を用いたレーザダイシング方法は、被加工基板をステージに載置し、クロック信号を発生し、クロック信号に同期したパルスレーザビームを出射し、被加工基板とパルスレーザビームとを相対的に移動させ、被加工基板へのパルスレーザビームの照射と非照射を、クロック信号に同期してパルスレーザビームの通過と遮断を制御することで、光パルス単位で切り替え、被加工基板に基板表面に達するクラック領域を形成する。さらに、入力される被加工基板とパルスレーザビームとの相対速度に応じて、常に、ほぼ同一のダイシング形状が実現されるよう、加工テーブルを書き換え、パルスレーザビームの通過と遮断が制御される。

【００２９】

上記構成により、被加工基板へのパルスレーザビームの照射と非照射を最適な配分で精度良く実行することができる。したがって、基板表面に達するクラックの発生を制御し、クラック領域を安定して最適な形状に形成することが可能となる。よって、優れた割断特性を実現するレーザダイシング方法を提供することが可能になる。また、ダイシング速度を変えても安定したダイシンング加工を実現することが可能になる。

【００３０】

最初に、標準のステージ速度でのレーザダイシング方法について説明する。

【００３１】

まず、被加工基板Ｗ、例えば、サファイア基板をＸＹＺステージ部２０に載置する。このサファイア基板は、例えば下面にエピタキシャル成長されたＧａＮ層を有し、このＧａＮ層に複数のＬＥＤがパターン形成されているウェハである。ウェハに形成されるノッチまたはオリエンテーションフラットを基準にＸＹＺステージに対するウェハの位置合わせが行われる。

【００３２】

図２は、本実施の形態のレーザダイシング方法のタイミング制御を説明する図である。加工制御部２６内の基準クロック発振回路２８において、周期Ｔｃのクロック信号Ｓ１が生成される。レーザ発振器制御部２２は、レーザ発振器１２がクロック信号Ｓ１に同期し

た周期Ｔｃのパルスレーザビーム ＰＬ１を出射するよう制御する。この時、クロック信号Ｓ１の立ち上がりとパルスレーザビームの立ち上がりには、遅延時間t_1が生ずる。

【００３３】

レーザ光は、被加工基板に対して透過性を有する波長のものを使用する。ここで、被加工基板材料の吸収のバンドギャップＥｇより、照射するレーザ光の光子のエネルギーｈνが大きいレーザ光を用いることが好ましい。エネルギーｈνがバンドギャップＥｇより非常に大きいと、レーザ光の吸収が生ずる。これを多光子吸収と言い、レーザ光のパルス幅を極めて短くして、多光子吸収を被加工基板の内部に起こさせると、多光子吸収のエネルギーが熱エネルギーに転化せずに、イオン価数変化、結晶化、非晶質化、分極配向または微小クラック形成等の永続的な構造変化が誘起されて屈折率変化領域（カラーセンター）が形成される。

【００３４】

そして、被加工基板材料に対して、透過性を有する波長を使用すると、基板内部の焦点付近にレーザ光を導光、集光が可能となる。従って、局所的に屈折率変化領域を加工することが可能となる。この屈性率変化領域を、以後、改質領域と称する。

【００３５】

パルスピッカー制御部２４は、加工制御部２６から出力される加工パターン信号Ｓ２を参照し、クロック信号Ｓ１に同期したパルスピッカー駆動信号Ｓ３を生成する。加工パターン信号Ｓ２は、加工テーブル部３０に記憶され、照射パターンの情報を光パルス単位で光パルス数で記述する加工テーブルを参照して生成される。パルスピッカー１４は、パルスピッカー駆動信号Ｓ３に基づき、クロック信号Ｓ１に同期してパルスレーザビームＰＬ１の通過と遮断（オン／オフ）を切り替える動作を行う。

【００３６】

このパルスピッカー１４の動作により、変調パルスレーザビームＰＬ２が生成される。なお、クロック信号Ｓ１の立ち上がりとパルスレーザビームの立ち上がり、立下りには、遅延時間t_2、t_3が生ずる。また、パルスレーザビームの立ち上がり、立下りと、パルスピッカー動作には、遅延時間t_4、t_5が生ずる。

【００３７】

被加工基板の加工の際には、遅延時間t_1～t_5を考慮して、パルスピッカー駆動信号Ｓ３等の生成タイミングや、被加工基板とパルスレーザビームとの相対移動タイミングが決定される。

【００３８】

図３は、本実施の形態のレーザダイシング方法のパルスピッカー動作と変調パルスレーザビームＰＬ２のタイミングを示す図である。パルスピッカー動作は、クロック信号Ｓ１に同期して光パルス単位で切り替えられる。このように、パルスレーザビームの発振とパルスピッカーの動作を、同じクロック信号Ｓ１に同期させることで、光パルス単位の照射パターンを実現できる。

【００３９】

具体的には、パルスレーザビームの照射と非照射が、光パルス数で規定される所定の条件に基づき行われる。すなわち、照射光パルス数（Ｐ１）と、非照射光パルス数（Ｐ２）を基にパルスピッカー動作が実行され、被加工基板への照射と非照射が切り替わる。パルスレーザビームの照射パターンを規定するＰ１値やＰ２値は、例えば、加工テーブルに照射領域レジスタ設定、非照射領域レジスタ設定として規定される。Ｐ１値やＰ２値は、被加工基板の材質、レーザビームの条件等により、ダイシング時のクラック形成を最適化する所定の条件に設定される。

【００４０】

変調パルスレーザビームＰＬ２は、ビーム整形器１６により所望の形状に整形されたパルスレーザビームＰＬ３とする。さらに、整形されたパルスレーザビームＰＬ３は、集光レンズ１８で集光され所望のビーム径を有するパルスレーザビームＰＬ４となり、被加工基板であるウェハ上に照射される。

【００４１】
ウェハをＸ軸方向およびＹ軸方向にダイシングする場合、まず、例えば、ＸＹＺステージをＸ軸方向に一定速度で移動させて、パルスレーザビームＰＬ４を走査する。そして、所望のＸ軸方向のダイシングが終了した後、ＸＹＺステージをＹ軸方向に一定速度で移動させて、パルスレーザビームＰＬ４を走査する。これにより、Ｙ軸方向のダイシングを行う。
【００４２】
Ｚ軸方向（高さ方向）については、集光レンズの集光位置がウェハ内の所定深さに位置するよう調整する。この所定深さは、ダイシングの際にクラックが所望の形状に形成されるよう設定される。
【００４３】
この時、
被加工基板の屈性率：ｎ
被加工基板表面からの加工位置：Ｌ
Ｚ軸移動距離：Ｌｚ
とすると、
Ｌｚ＝Ｌ／ｎ
となる。即ち、集光レンズによる集光位置を被加工基板の表面をＺ軸初期位置とした時、基板表面から深さ「Ｌ」の位置に加工する場合、Ｚ軸を「Ｌｚ」移動させればよい。
【００４４】
図４は、本実施の形態のレーザダイシング方法の照射パターンの説明図である。図のように、クロック信号Ｓ１に同期してパルスレーザビームＰＬ１が生成される。そして、クロック信号Ｓ１に同期してパルスレーザビームの通過と遮断を制御することで、変調パルスレーザビームＰＬ２が生成される。
【００４５】
そして、ステージの横方向（Ｘ軸方向またはＹ軸方向）の移動により、変調パルスレーザビームＰＬ２の照射光パルスがウェハ上に照射スポットとして形成される。このように、変調パルスレーザビームＰＬ２を生成することで、ウェハ上に照射スポットが光パルス単位で制御され断続的に照射される。図４の場合は、照射光パルス数（Ｐ１）＝２、非照射光パルス数（Ｐ２）＝１とし、照射光パルス（ガウシアン光）がスポット径のピッチで照射と非照射を繰り返す条件が設定されている。
【００４６】
ここで、
ビームスポット径：Ｄ（μｍ）
繰り返し周波数：Ｆ（ＫＨｚ）
の条件で加工を行うとすると、照射光パルスがスポット径のピッチで照射と非照射を繰り返すためのステージ移動速度Ｖ（ｍ／ｓｅｃ）は、
$V = D \times 10^{-6} \times F \times 10^{3}$
となる。
【００４７】
例えば、
ビームスポット径：Ｄ＝２μｍ
繰り返し周波数：Ｆ＝５０ＫＨｚ
の加工条件で行うとすると、
ステージ移動速度：Ｖ＝１００ｍｍ／ｓｅｃ
となる。
【００４８】
また、照射光のパワーをＰ（ワット）とすると、パルスあたり照射パルスエネルギーＰ／Ｆの光パルスがウェハに照射されることになる。
【００４９】

図５は、サファイア基板上に照射される照射パターンを示す上面図である。照射面上からみて、照射光パルス数（Ｐ１）＝２、非照射光パルス数（Ｐ２）＝１で、照射スポット径のピッチで照射スポットが形成される。図６は、図５のＡＡ断面図である。図に示すようにサファイア基板内部に改質領域が形成される。そして、この改質領域から、光パルスの走査線上に沿って基板表面に達するクラックが形成される。そして、このクラックが被加工基板表面において連続して略直線的に形成される。

【００５０】

このように、基板表面にまで達するクラックを形成することで、後の基板の割断が容易になる。したがって、ダイシングコストの削減が可能となる。なお、クラック形成後の最終的な基板の割断、すなわち個々のＬＥＤチップへの分割は、クラック形成後に自然に分割されるものであっても、人為的な力を更に印加することで分割されるものであっても構わない。

【００５１】

従来のように、パルスレーザビームを連続的に基板に照射する方法では、例え、ステージ移動速度、集光レンズの開口数、照射光パワー等を最適化したとしても、基板表面に達するクラックの発生を所望の形状に制御することは困難であった。本実施の形態のように、パルスレーザビームの照射と非照射を、光パルス単位で断続的に切り替えて照射パターンを最適化することで、基板表面に達するクラックの発生が制御され、優れた割断特性を備えたレーザダイシング方法が実現される。

【００５２】

すなわち、例えば、基板表面にレーザの走査線に沿った直線的で幅の狭いクラックの形成が可能となる。このため、ダイシング時に、基板に形成されるＬＥＤ等のデバイスに及ぼされるクラックの影響を最小化できる。また、例えば、直線的なクラックの形成が可能となるため、基板表面にクラックが形成される領域の幅を狭くできる。このため、設計上のダイシング幅を狭めることが可能である。したがって、同一基板あるいはウェハ上に形成されるデバイスのチップ数を増大させることが可能となり、デバイスの製造コスト削減にも寄与する。

【００５３】

図７は、ステージ移動とダイシング加工との関係を説明する図である。ＸＹＺステージには、Ｘ軸、Ｙ軸方向に移動位置を検出する位置センサが設けられている。例えば、ステージのＸ軸またはＹ軸方向への移動開始後、ステージ速度が速度安定域に入る位置をあらかじめ同期位置として設定しておく。そして、位置センサにおいて同期位置を検出した時、例えば、移動位置検出信号Ｓ４（図１）がパルスピッカー制御部２４に送られることでパルスピッカー動作が許可され、パルスピッカー駆動信号Ｓ３によりパルスピッカーを動作させるようにする。

【００５４】

このように、

S_L：同期位置から基板までの距離

W_L：加工長

W_1：基板端から照射開始位置までの距離

W_2：加工範囲

W_3：照射終了位置から基板端までの距離

が管理される。

【００５５】

このようにして、ステージ位置とパルスピッカーの動作開始位置が同期する。すなわち、パルスレーザビームの照射と非照射と、ステージの位置との同期がとられる。そのため、パルスレーザビームの照射と非照射の際、ステージが一定速度で移動する（速度安定域にある）ことが担保される。したがって、照射スポット位置の規則性が担保され、安定したクラックの形成が実現される。

【００５６】

また、例えば、ステージの移動をクロック信号に同期させることが、照射スポット位置の精度を一層向上させるため望ましい。これは、例えば、加工制御部２６からＸＹＺステージ部２０に送られるステージ移動信号Ｓ５（図１）をクロック信号Ｓ１に同期させることで実現可能である。

【００５７】

図８は、照射パターンの具体例を示す図である。図に示すように、光パルスを１回照射した後、光パルス単位で２パルス分を非照射とする。この条件を以後、照射／非照射＝１／２という形式で記述する。なお、照射・非照射のピッチはスポット径と等しくなっている。

【００５８】

レーザダイシングの具体的な結果を、図９に示す。図９（ａ）は基板上面の写真、図９（ｂ）は図９（ａ）より低倍率の基板上面の写真、図９（ｃ）は基板のダイシング方向に沿った断面の写真である。

【００５９】

この具体例でのレーザダイシング条件は、

被加工基板：サファイア基板
レーザ光源：Ｎｄ：YVO_4レーザ
波長：５３２ｎｍ
照射光パルス数（Ｐ１）：１
非照射光パルス数（Ｐ２）：２

である。

【００６０】

図９（ｃ）の断面写真から明らかなように、基板内部の改質領域から基板表面に達するクラックが形成されている。また、図９（ａ）の写真から明らかなように、比較的、直線的で幅の狭いクラックが基板上面に形成されることがわかる。

【００６１】

以上のように、パルスレーザビームの照射と非照射を、光パルス単位で切り替えて、レーザダイシングを行う際に、照射パターンを最適化することでクラックの発生を制御し、優れた割断特性を実現することが可能である。

【００６２】

次に、標準のステージ速度からステージ速度を変更する場合のレーザダイシング方法について説明する。例えば生産性を上げたい場合には、図１の速度入力部４０に、標準のステージ速度から速くしたステージ速度の設定値を、例えばオペレータが入力する。すると、演算部４２は、速度入力部４０から入力される新たなステージ速度の設定値と加工テーブルを基に、新たなステージ速度の設定値に対応する新たな加工テーブルを演算する。

【００６３】

例えば、標準のステージ速度の場合の加工条件が、以下の条件であるとする。

繰り返し周波数：Ｆ＝５００ＫＨｚ
照射光パルス数（Ｐ１）：１
非照射光パルス数（Ｐ２）：９
ステージ移動速度：Ｖ＝２００ｍｍ／ｓｅｃ

【００６４】

生産性を上げるため、ステージ移動速度を倍のＶ＝４００ｍｍ／ｓｅｃにする場合、この設定値を入力すると、演算部４２は標準の速度の場合とほぼ同一のダイシング加工形状が得られるような加工テーブルを演算する。具体的には、照射光パルスと非照射光パルスの間隔がほぼ同一になるような照射光パルス数（Ｐ１）と非照射光パルス数（Ｐ２）を求める。

【００６５】

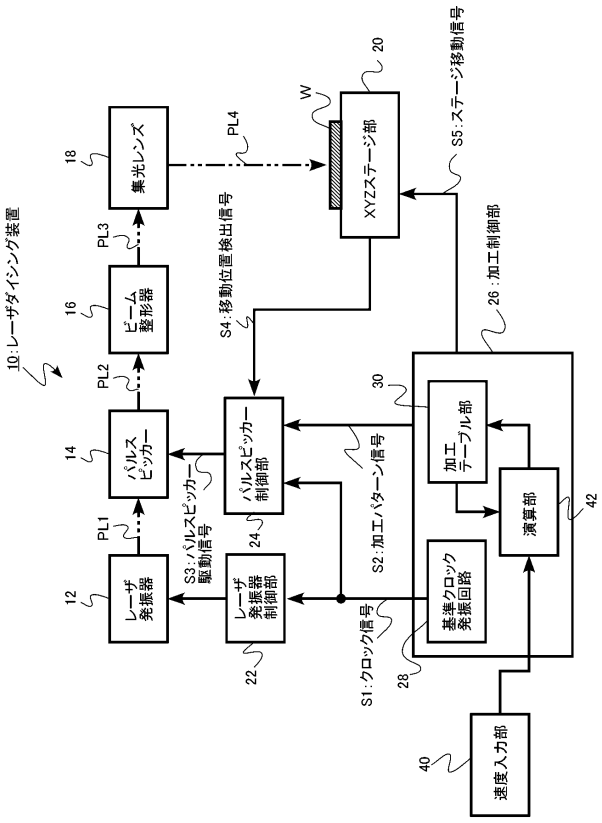
この例の場合は、

照射光パルス数（Ｐ１）：１

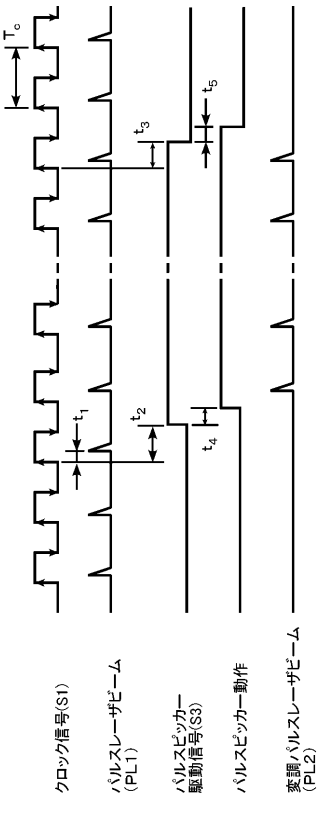
非照射光パルス数（Ｐ２）：４
となる。
【００６６】
逆に生産性を下げるため、ステージ移動速度を半分のＶ＝１００ｍｍ／ｓｅｃにする場合も、この設定値を入力すると、演算部４２は標準の速度の場合とほぼ同一のダイシング加工形状が得られるような加工テーブルを演算する。ここで生産性を下げる場合とは、生産性を下げつつも、例えば装置自体の熱的安定性を維持するために、装置は止めずにステージ速度だけ落としたいような場合である。
【００６７】
この例の場合は、
照射光パルス数（Ｐ１）：１
非照射光パルス数（Ｐ２）：１９
となる。
【００６８】
このように、演算部４２で求められた新たな加工テーブルによって先の加工テーブルが上書きされ、新たな加工テーブルが加工テーブル部へ記憶される。そして、新たな加工テーブルに基づき、パルスピッカー制御部２４がパルスレーザビームのパルスピッカー１４における通過と遮断を制御する。これによって、ステージの速度を変更しても標準の速度の場合とほぼ同様のダイシング加工形状が得られることになる。
【００６９】
以上のように、本実施の形態のレーザダイシング装置によれば、優れた割断特性を有するとともに、ダイシング速度を変えても安定したダイシンング加工を実現することが可能となる。パルスレーザビームの繰り返し周波数や、照射エネルギー、焦点位置等は固定されたまま、光パルスの照射と非照射の間隔を演算して合わせるだけである。したがって、その他のパラメータを変更する必要はない。よって、加工速度を変えても同一のダイシンング加工形状が再現される。
【００７０】
以上、具体例を参照しつつ本発明の実施の形態について説明した。しかし、本発明は、これらの具体例に限定されるものではない。実施の形態においては、レーザダイシング装置、レーザダイシング方法等で、本発明の説明に直接必要としない部分については記載を省略したが、必要とされるレーザダイシング装置、レーザダイシング方法等に関わる要素を適宜選択して用いることができる。
【００７１】
例えば、実施の形態では、被加工基板として、ＬＥＤが形成されるサファイア基板を例に説明した。サファイア基板のように硬質なため割断の困難な基板に本発明は有用であるが、被加工基板は、その他、ＳｉＣ（炭化珪素）基板等の半導体材料基板、圧電材料基板、ガラス基板等であっても構わない。
【００７２】
また、実施の形態では、ステージを移動させることで、被加工基板とパルスレーザビームとを相対的に移動させる場合を例に説明した。しかしながら、例えば、レーザビームスキャナ等を用いることで、パルスレーザビームを走査することで、被加工基板とパルスレーザビームとを相対的に移動させる装置または方法であっても構わない。
【００７３】
また、実施の形態においては、照射光パルス数（Ｐ１）＝２、非照射光パルス数（Ｐ２）＝１とする場合等を例に説明したが、Ｐ１とＰ２の値は、最適条件とするために任意の値を取ることが可能である。また、実施の形態においては、照射光パルスがスポット径のピッチで照射と非照射を繰り返す場合を例に説明したが、パルス周波数あるいはステージ移動速度を変えることで、照射と非照射のピッチを変えて最適条件を見出すことも可能である。例えば、照射と非照射のピッチをスポット径の１／ｎやｎ倍にすることも可能である。

【００７４】
また、ダイシング加工のパターンについては、例えば、照射領域レジスタ、非照射領域レジスタを複数設けたり、リアルタイムで照射領域レジスタ、非照射領域レジスタ値を所望のタイミングで、所望の値に変更したりすることでさまざまなダイシング加工パターンへの対応が可能となる。
【００７５】
その他、本発明の要素を具備し、当業者が適宜設計変更しうる全てのレーザダイシング装置は、本発明の範囲に包含される。本発明の範囲は、特許請求の範囲およびその均等物の範囲によって定義されるものである。
【符号の説明】
【００７６】
１０　パルスレーザ加工装置
１２　レーザ発振器
１４　パルスピッカー
１６　ビーム整形器
１８　集光レンズ
２０　ＸＹＺステージ部
２２　レーザ発振器制御部
２４　パルスピッカー制御部
２６　加工制御部
２８　基準クロック発振回路
３０　加工テーブル部
４０　速度入力部
４２　演算部

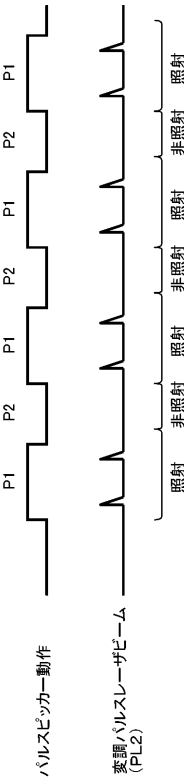
【図１】



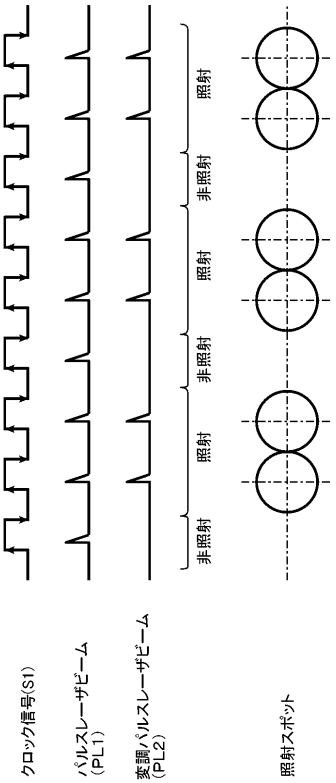
【図２】



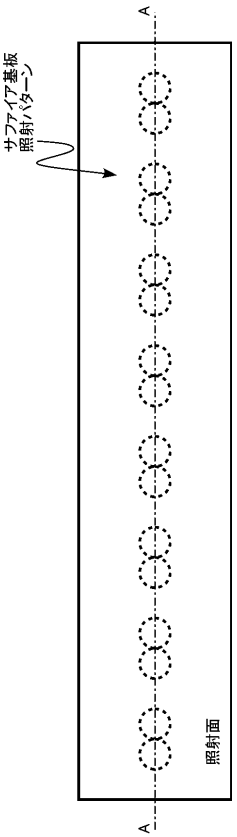
【図３】


P1
P2
P1
P2
P1
P2
P1
パルスピッカー動作
照射
非照射
照射
非照射
照射
非照射
照射
変調パルスレーザビーム
(PL2)

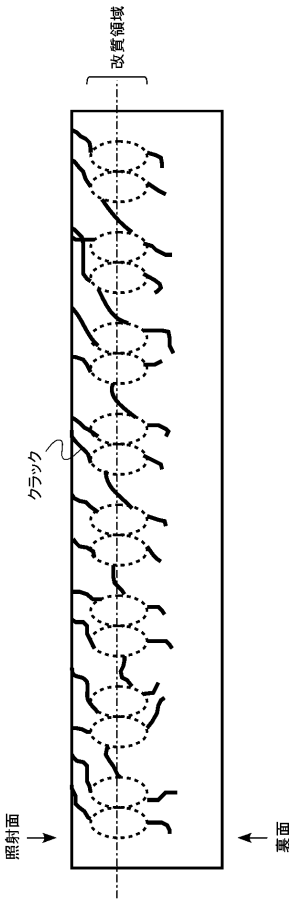
【図４】


T_c
クロック信号(S1)
パルスレーザビーム
(PL1)
変調パルスレーザビーム
(PL2)
照射スポット
非照射
照射
非照射
照射
非照射
照射

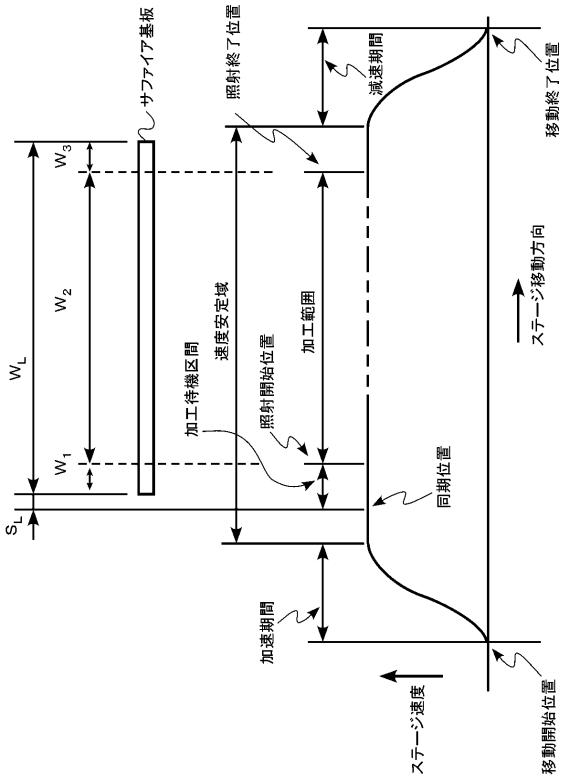
【図５】


サファイア基板
照射パターン
A
A
照射面

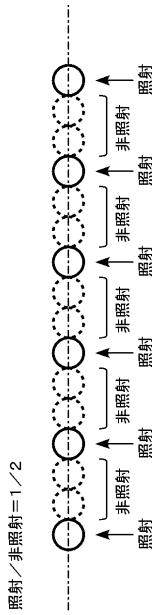
【図６】


改質領域
クラック
照射面
裏面

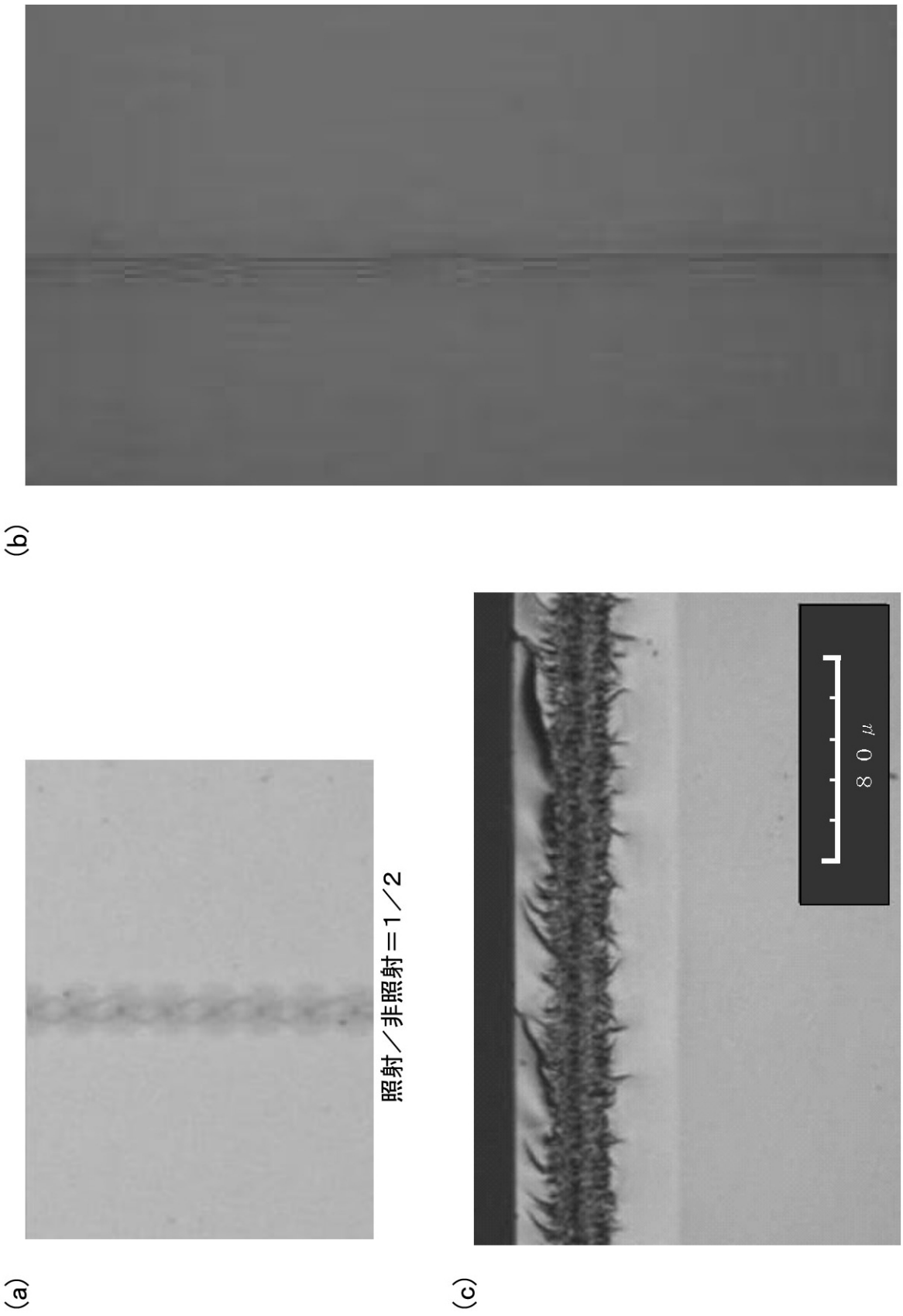
【図７】


サファイア基板
照射終了位置
減速期間
移動終了位置
W_3
W_2
W_L
W_1
S_L
速度安定域
加工待機区間
照射開始位置
加工範囲
同期位置
ステージ移動方向
加速期間
ステージ速度
移動開始位置

【図８】


照射／非照射＝１／２
照射
非照射
照射
非照射
照射
非照射
照射
非照射
照射
非照射
照射

【図９】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	FI		
	H01L	21/78	B
	B28D	5/00	Z

(56)参考文献 特開２００９－２１４１８２（ＪＰ，Ａ）
特開平１０－３０５３８４（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｂ２３Ｋ　２６／００
Ｂ２３Ｋ　２６／０８
Ｂ２３Ｋ　２６／４０
Ｂ２８Ｄ　５／００
Ｈ０１Ｌ　２１／３０１