

(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2015-157293
(P2015-157293A)

(43) 公開日 平成27年9月3日(2015.9.3)

| (51) Int.Cl. | F I | テーマコード (参考) |
|--------------------------------|---------------|-------------|
| B 2 3 K 26/53 (2014.01) | B 2 3 K 26/53 | 4 E 1 6 8 |
| B 2 3 K 26/08 (2014.01) | B 2 3 K 26/08 | 4 G 0 1 5 |
| B 2 3 K 26/00 (2014.01) | B 2 3 K 26/00 | N |
| C O 3 B 33/09 (2006.01) | B 2 3 K 26/00 | G |
| | C O 3 B 33/09 | |

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2014-31831 (P2014-31831)
(22) 出願日 平成26年2月21日 (2014.2.21)

(71) 出願人 390000608
三星ダイヤモンド工業株式会社
大阪府摂津市香露園32番12号
(74) 代理人 110000202
新樹グローバル・アイピー特許業務法人
(72) 発明者 在間 則文
大阪府摂津市香露園32番12号 三星ダイヤモンド工業株式会社内
Fターム(参考) 4E168 AE01 CB11 DA04 DA40 DA45
JA14 KA05
4G015 FA06 FB01 FC02 FC14

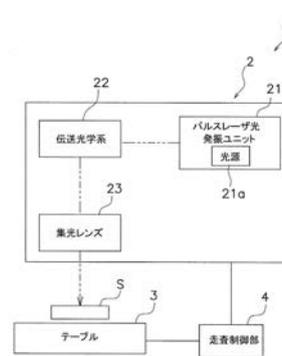
(54) 【発明の名称】 分断方法、及びレーザー加工装置

(57) 【要約】

【課題】 基板を分断する際の生産性を上げる。

【解決手段】 分断方法は、ステップ(a)とステップ(b)とを含む。ステップ(a)において、走査毎にレーザー光の集光点の深さ位置を変更して、レーザー光を前記分断予定ラインに沿って複数回走査する。ステップ(b)において、ステップ(a)の後に、走査毎のレーザー光の集光点の深さ位置を同じにして、レーザー光を分断予定ラインに沿って複数回走査する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板を分断予定ラインに沿って分断する方法であって、
 (a) 走査毎にレーザ光の集光点の深さ位置を変更して、レーザ光を前記分断予定ラインに沿って複数回走査するステップと、
 (b) 前記ステップ(a)の後に、走査毎のレーザ光の集光点の深さ位置を同じにして、レーザ光を前記分断予定ラインに沿って複数回走査するステップと、
 を含む、分断方法。

【請求項 2】

前記レーザ光は、前記基板の第 1 面側から前記基板の第 2 面側に向かう方向に照射され、
 前記ステップ(a)において、前記集光点の深さ位置は、前記第 2 面から前記第 1 面へ向かう方向に移動するように、走査毎に変更される、
 請求項 1 に記載の分断方法。

【請求項 3】

前記ステップ(a)における前記レーザ光のパルスエネルギーは、前記ステップ(b)における前記レーザ光のパルスエネルギーよりも低い、
 請求項 1 又は 2 に記載の分断方法。

【請求項 4】

前記ステップ(a)におけるレーザ光の走査速度は、前記ステップ(b)におけるレーザ光の走査速度と同じであり、
 前記ステップ(a)におけるレーザ光の出力は、前記ステップ(b)におけるレーザ光の出力よりも低い、
 請求項 1 から 3 のいずれかに記載の分断方法。

【請求項 5】

前記ステップ(a)における前記レーザ光は、前記基板が分断されない程度のパルスエネルギーを有する、
 請求項 1 から 4 のいずれかに記載の分断方法。

【請求項 6】

前記ステップ(a)の各走査によって形成された加工痕の板厚方向の長さの合計は、前記基板の板厚の 70% 以上 100% 以下である、
 請求項 1 から 5 のいずれかに記載の分断方法。

【請求項 7】

前記ステップ(a)及び前記ステップ(b)における前記レーザ光の波長は、355nm 以上 1064nm 以下である、
 請求項 1 から 6 のいずれかに記載の分断方法。

【請求項 8】

前記ステップ(a)及び前記ステップ(b)における前記レーザ光のパルス幅は、0.1ns 以上 10ns 以下である、
 請求項 1 から 7 のいずれかに記載の分断方法。

【請求項 9】

前記基板は、圧縮応力を持たせた強化層を表面に有する強化ガラスである、請求項 1 から 8 のいずれかに記載の分断方法。

【請求項 10】

前記基板を分断予定ラインに沿って分断するレーザ加工装置であって、
 レーザ光を発振する光源と、
 前記レーザ光を所定の方向に導くための伝送光学系と、
 前記伝送光学系からのレーザ光を集光させる集光レンズと、
 前記基板が載置されるテーブルと、
 前記レーザ光の走査を制御する走査制御部と、

10

20

30

40

50

を備え、

前記走査制御部は、前記走査毎に前記レーザ光の集光点の深さ位置を変更して前記レーザ光を前記分断予定ラインに沿って複数回走査した後、前記走査毎の前記レーザ光の集光点の深さ位置を同じにして前記レーザ光を前記分断予定ラインに沿って複数回走査する、レーザ加工装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、分断方法、及びレーザ加工装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

発光ダイオード等の発光素子は、サファイア基板上に窒化物半導体を積層することによって形成されている。このようなサファイア基板等から構成される半導体ウェハには、複数の発光ダイオード等の発光素子が、分断予定ラインによって区画されて形成されている。そして、このような半導体ウェハを分断予定ラインに沿って分断することで、複数の発光素子等が形成される。

【0003】

上述した半導体ウェハなどの基板をレーザ光によって分断する方法が特許文献1に示されている。この特許文献1に示された方法では、まず、レーザ光を基板内部に対して照射した状態でレーザ光を分断予定ラインに沿って走査する。これにより、分断予定ラインに沿って基板内部に改質領域を形成する。そして、このように形成された改質領域にナイフエッジを押し当てて改質領域に引張り応力を作用させて基板を分断する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2006-231413号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

この特許文献1に記載の分断方法では、一旦、レーザで改質領域を形成した後に、ナイフエッジを用いて基板を押圧する必要があるため、生産性が良くないという問題がある。

【0006】

本発明の課題は、基板を分断する際の生産性を上げることにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の第1側面に係る分断方法は、基板を分断予定ラインに沿って分断する方法である。この分断方法は、ステップ(a)とステップ(b)とを含む。ステップ(a)は、走査毎にレーザ光の集光点の深さ位置を変更して、レーザ光を分断予定ラインに沿って複数回走査する。ステップ(b)は、ステップ(a)の後に、走査毎のレーザ光の集光点の深さ位置を同じにして、レーザ光を分断予定ラインに沿って複数回走査する。

【0008】

この方法によれば、ステップ(a)を実行した後に、ステップ(b)を実行することによって、基板を分断することができる。すなわち、レーザ光を走査するだけで基板を分断することができるため、効率的に基板を分断することができ、この結果、生産性を上げることができる。

【0009】

好ましくは、レーザ光は、基板の第1面側から前記基板の第2面側に向かう方向に照射される。そして、ステップ(a)において、集光点の深さ位置は、第2面から前記第1面

10

20

30

40

50

へ向かう方向に移動するように、走査毎に変更される。この方法によれば、より効率的に基板の内部にレーザ光を照射することができる。

【0010】

好ましくは、ステップ(a)におけるレーザ光のパルスエネルギーは、ステップ(b)におけるレーザ光のパルスエネルギーよりも低い。

【0011】

好ましくは、ステップ(a)におけるレーザ光の走査速度は、ステップ(b)におけるレーザ光の走査速度と同じである。そして、ステップ(a)におけるレーザ光の出力は、ステップ(b)におけるレーザ光の出力よりも低い。この方法によれば、生産効率を向上させることができる。

10

【0012】

好ましくは、ステップ(a)におけるレーザ光は、基板が分断されない程度のパルスエネルギーを有する。

【0013】

好ましくは、ステップ(a)の各走査によって形成された加工痕の板厚方向の長さの合計は、基板の板厚の70%以上100%以下である。この構成によれば、より分断品質を向上させることができる。

【0014】

好ましくは、ステップ(a)及びステップ(b)におけるレーザ光の波長は、355nm以上1064nm以下である。また、ステップ(a)及びステップ(b)における前記レーザ光のパルス幅は、0.1ns以上10ns以下である。

20

【0015】

好ましくは、基板は、圧縮応力を持たせた強化層を表面に有する強化ガラスである。

【0016】

本発明の第2側面に係るレーザ加工装置は、基板を分断予定ラインに沿って分断するレーザ加工装置である。このレーザ加工装置は、光源と、伝送光学系と、集光レンズと、テーブルと、走査制御部とを備える。光源は、レーザ光を発振する。伝送光学系は、レーザ光を所定の方向に導く。集光レンズは、伝送光学系からのレーザ光を集光させる。テーブルは、基板が載置される。走査制御部は、レーザ光の走査を制御する。走査制御部は、走査毎にレーザ光の集光点の深さ位置を変更してレーザ光を前記分断予定ラインに沿って複数回走査する。次に、走査制御部は、走査毎のレーザ光の集光点の深さ位置を同じにしてレーザ光を分断予定ラインに沿って複数回走査する。

30

【発明の効果】

【0017】

本発明によれば、基板を分断する際の生産性を上げることができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】レーザ加工装置の概略図。

【図2】基板の分断面の概略図。

【図3】実施例において分断された基板の分断面を示す写真。

40

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、本発明に係るレーザ加工装置及び分断方法の実施形態について図面を参照しつつ説明する。図1は、本実施形態に係るレーザ加工装置の概略図である。

【0020】

[レーザ加工装置]

図1に示すように、レーザ加工装置1は、装置本体2と、テーブル3と、走査制御部4とを備えている。装置本体2は、パルスレーザ光発振ユニット21、伝送光学系22、及び集光レンズ23を有している。パルスレーザ光発振ユニット21は、光源21a及び制御部などを含んでいる。伝送光学系22は、複数のミラーを含んでおり、パルスレーザ光

50

発振ユニット 2 1 からのレーザ光を集光レンズ 2 3 に導く。集光レンズ 2 3 は、伝送光学系 2 2 からのレーザ光を集光させるためのレンズである。

【 0 0 2 1 】

テーブル 3 には、レーザ加工の対象物である基板 S が載置される。このテーブル 3 は、装置本体 2 に対して相対的に基板 S を上下方向及び水平方向に移動させることができる。すなわち、テーブル 3 を固定した状態で、装置本体 2 をテーブル 3 に対して上下方向及び水平方向に移動させてもよいし、装置本体 2 を固定した状態で、テーブル 3 を装置本体 2 に対して上下方向及び水平方向に移動させてもよい。また、装置本体 2 とテーブル 3 とが両方とも互いに対して上下方向及び水平方向に移動可能でもよい。

【 0 0 2 2 】

走査制御部 4 は、レーザ光の走査を制御する。詳細には、走査制御部 4 は、装置本体 2 及びテーブル 3 の少なくとも一方の移動を制御する。走査制御部 4 は、走査本体 2 及びテーブル 3 の少なくとも一方を移動させることによって、以下に説明するように、レーザ光を走査する。

【 0 0 2 3 】

[分断方法]

上述したレーザ加工装置 1 を用いて基板 S を分断する方法について説明する。

【 0 0 2 4 】

まず、第 1 ステップとして、レーザ光の集光点の深さ位置を走査毎に変更しながら、レーザ光を分断予定ラインに沿って複数回走査する。以下、第 1 ステップについて詳細に説明する。なお、第 1 ステップが本発明のステップ (a) に相当する。

【 0 0 2 5 】

まず、レーザ光発振ユニット 2 1 において、パルスレーザ光の条件を制御する。例えばレーザ光の出力は、0 . 4 W 以上 0 . 6 W 以下程度とすることが好ましい。また、走査速度は、4 0 0 mm/s 以上 6 0 0 mm/s 以下程度とすることが好ましい。

【 0 0 2 6 】

レーザ光の出力 (W) を繰り返し周波数 (H z) で割った値であるパルスエネルギーは、基板 S が分断されない程度のパルスエネルギーとする。このようなパルスエネルギーとしては、基板 S の厚さや材質によっても変わるが、例えば、1 0 μ J 以上 1 2 μ J 以下程度に設定することができる。

【 0 0 2 7 】

パルスレーザ光の波長は、加工対象の基板 S に対して透過性を有する波長とする。例えば、加工対象の基板 S が圧縮応力を持たせた強化層を表面に有する強化ガラスであり、その厚さが 0 . 2 mm 以上 1 . 5 mm 以下程度である場合、レーザ光の波長は、3 5 5 nm 以上 1 0 6 4 nm 以下程度とすることが好ましい。

【 0 0 2 8 】

レーザ光のパルス幅は、0 . 1 ns 以上 1 0 ns 以下程度とすることが好ましい。

【 0 0 2 9 】

以上のように制御されたレーザ光を基板 S に対して複数回走査する。各走査において、レーザ光の集光点の深さ位置を変更する。この集光点の深さ位置は、集光レンズ 2 3 の位置を調整したり、テーブル 3 の高さを調整したりすることなどによって調整する。なお、レーザ光の深さ位置とは、基板 S の板厚方向の位置を意味する。また、1 回の走査内では、集光点の深さ位置は一定である。

【 0 0 3 0 】

具体的には、図 2 に示すように、まず、1 回目の走査において、レーザ光の集光点が第 1 の深さ位置に位置するように調整して、レーザ光を走査する。これによって、第 1 の深さ位置に第 1 の加工痕 L 1 が形成される。なお、図 2 は、基板 S の分断面を示す概略図である。

【 0 0 3 1 】

1 回目の走査が終わると、次に、レーザ光の集光点が第 2 の深さ位置に位置するように

10

20

30

40

50

調整して、レーザ光を走査する。これによって、第2の深さ位置に第2の加工痕L2が形成される。同様に、第3の深さ位置に第3の加工痕L3を形成し、次に、第4の深さ位置に第4の加工痕L4を形成する。なお、この第1ステップでは、基板Sは分断されない。

【0032】

以上のように、レーザ光を基板Sの上面側(第1面側の一例)から下面側に向かう方向に照射する場合、集光点の深さ位置は、基板Sの下面から上面へ向かう方向に移動するように、走査毎に変更される。

【0033】

以上のように形成された第1~第4の加工痕L1~L4の幅w1~w4の合計は、基板Sの板厚wの70%以上100%以下程度とすることが好ましい。なお、この各加工痕L1~L4の幅は、基板Sの分断面において変色した部分の幅を意味する。また、加工痕の幅とは、加工痕の板厚方向の長さを意味する。なお、第1ステップにおける走査回数は、基板Sの板厚と加工痕の幅に応じて決められるので特に限定されるものではないが、例えば2回以上7回以下程度とすることができる。

10

【0034】

次に、第2ステップとして、レーザ光の集光点の深さ位置を変えなく、レーザ光を分断予定ラインに沿って複数回走査する。以下、第2ステップについて詳細に説明する。なお、第2ステップが本発明のステップ(b)に相当する。

【0035】

まず、レーザ光発振ユニット21において、パルスレーザ光の条件を制御する。例えばレーザ光の出力は、1.8W以上2.2W以下程度とすることが好ましい。また、走査速度は、400mm/s以上600mm/s程度とすることが好ましい。

20

【0036】

第2ステップにおけるレーザ光のパルスエネルギーは、上述した第1ステップにおけるパルスエネルギーよりも大きくすることが好ましい。基板Sの厚さや材質によっても変わるが、例えば、35μJ以上43μJ以下程度に設定することができる。

【0037】

パルスレーザ光の波長やパルス幅は、上記第1ステップと同じである。

【0038】

以上のように制御されたレーザ光を基板Sに対して複数回走査する。各走査におけるレーザ光の集光点の深さ位置は同じである。すなわち、第2ステップでは、集光点の深さ位置を変えなく、レーザ光を複数回走査する。

30

【0039】

特に限定されるものではないが、第2ステップにおけるレーザ光の集光点の深さ位置は、第1ステップにおけるレーザ光の集光点の最も基板上面に近い深さ位置と、第1ステップにおけるレーザ光の集光点の最も基板下面に近い深さ位置との間に位置することが好ましい。

【0040】

例えば、第2ステップにおけるレーザ光の集光点の深さ位置は、基板Sの下面から基板の板厚の20%以上80%以下程度の位置とすることが好ましい。レーザ光の焦点位置をこの範囲にすることによって、より効率的に基板Sを分断することができる。

40

【0041】

この分断予定ラインに沿ったレーザ光の走査を基板Sが分断されるまで複数回繰り返す。このときの繰り返し走査回数(初回の走査も含む)は、レーザ光の出力及び基板Sの板厚wなどによっても変わってくるが、一般的に3回以上7回以下程度である。

【0042】

以上のようにレーザ光を複数回走査することによって、基板Sが分断される。なお、第1ステップ及び第2ステップにおいて、走査方向は、特に限定されない。例えば、全ての走査が同一方向に行われてもよいし、第1方向に進む走査と第1方向の逆方向である第2方向に進む走査とが交互に行われてもよい。

50

【 0 0 4 3 】

〔 特 徴 〕

本実施形態に係る分断方法は、次の特徴を有する。

【 0 0 4 4 】

第 1 ステップを実行した後に、第 2 ステップを実行することによって、基板 S を分断することができる。すなわち、レーザ光を走査するだけで基板 S を分断することができるため、効率的に基板 S を分断することができる。

【 0 0 4 5 】

第 1 ステップのみで基板 S を分断する方法に比べて、本実施形態に係る分断方法の方が、分断品質が良い。また、第 1 ステップのみで基板 S を分断する場合に分断品質を良くするためには、加工速度を遅くする必要があるが、本実施形態に係る分断方法では、加工速度を遅くすることなく良好な分断品質を得ることができる。

10

【 0 0 4 6 】

〔 変 形 例 〕

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明はこれらに限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない限りにおいて種々の変更が可能である。

【 実 施 例 】

【 0 0 4 7 】

以下に実施例を示して、本発明をさらに具体的に説明する。なお、本発明は、下記実施例に限定されるものではない。

20

【 0 0 4 8 】

上記実施形態において説明した分断方法で基板を分断した。なお、基板は強化ガラス（コーニング社製、商品名「GORILLA ガラス」（「GORILLA」はコーニング社の登録商標））であり、厚さが 0.7 mm である。各種条件は、以下の通りである。

波長（第 1 及び第 2 ステップ）： 355 nm

パルス幅（第 1 及び第 2 ステップ）： 1 ns

集光径（第 1 及び第 2 ステップ）： 5.2 μm

各加工痕幅（第 1 ステップ）： 150 μm

出力（第 1 ステップ）： 0.56 W

出力（第 2 ステップ）： 1.96 W

30

繰り返し周波数（第 1 及び第 2 ステップ）： 50 kHz

パルスエネルギー（第 1 ステップ）： 11.2 μJ

パルスエネルギー（第 2 ステップ）： 39.2 μJ

パルス間隔（第 1 及び第 2 ステップ）： 10 μm

走査速度（第 1 及び第 2 ステップ）： 500 mm/s

走査回数（第 1 ステップ）： 4 回

走査回数（第 2 ステップ）： 5 回

集光点の深さ位置（第 1 ステップ）： 150 μm（1 回目）、300 μm（2 回目）、450 μm（3 回目）600 μm（4 回目）

集光点の深さ位置（第 2 ステップ）： 350 μm

40

なお、深さ位置は、基板の下面からの距離を意味する。

【 0 0 4 9 】

以上の実施例において分断した基板の分断面を図 3 に示す。なお、第 2 ステップの走査回数 5 回目で、基板は分断した。図 3 に示すように、基板の分断面には欠けなどが生じず、良好な断面品質を得ることができた。また、平面度は、15 μm であった。なお、平面度として、基板の分断面の最も突出した部分と最も凹んだ部分との差を測定した。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 0 】

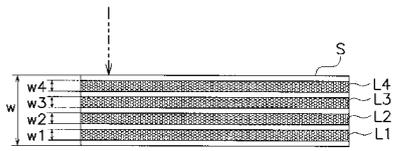
1 レーザ加工装置

2 1 a 光源

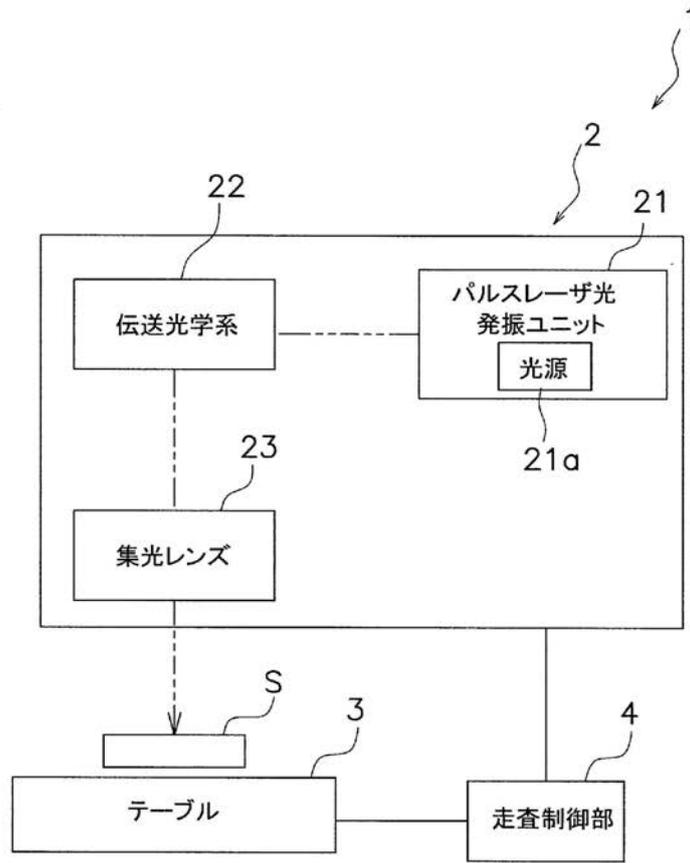
50

- 2 2 伝送光学系
- 2 3 集光レンズ
- 3 テーブル
- 4 走査制御部

【 図 2 】



【図 1】



【 図 3 】

