

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7013092号

(P7013092)

(45)発行日 令和4年1月31日(2022.1.31)

(24)登録日 令和4年1月21日(2022.1.21)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 L 21/301 (2006.01)

H 0 1 L 21/78

V

B 2 3 K 26/53 (2014.01)

H 0 1 L 21/78

B

H 0 1 L 21/78

N

B 2 3 K 26/53

請求項の数 3 (全23頁)

(21)出願番号 特願2018-76834(P2018-76834)
(22)出願日 平成30年4月12日(2018.4.12)
(65)公開番号 特開2019-186421(P2019-186421
A)
(43)公開日 令和1年10月24日(2019.10.24)
審査請求日 令和3年2月3日(2021.2.3)

(73)特許権者 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 100172281
弁理士 岡本 知広
(74)代理人 100206553
弁理士 笠原 崇廣
(72)発明者 淀 良彰
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
(72)発明者 趙 金艶
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

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 チップの製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

交差する複数の分割予定ラインによってチップとなる複数の領域に区画されたチップ領域と、該チップ領域を囲む外周余剰領域と、を有する板状の被加工物から複数の該チップを製造するチップの製造方法であって、

被加工物を保持テーブルで直に保持する保持ステップと、

該保持ステップを実施した後に、被加工物に対して透過性を有する波長のレーザビームの集光点を該保持テーブルに保持された被加工物の内部の第1深さの位置に位置づけるように該分割予定ラインに沿って被加工物の該チップ領域にのみ該レーザビームを照射し、該チップ領域の該分割予定ラインに沿って第1改質層を形成するとともに、該外周余剰領域を該第1改質層が形成されていない補強部とする第1レーザ加工ステップと、

該保持ステップを実施した後に、被加工物に対して透過性を有する波長のレーザビームの集光点を該保持テーブルに保持された被加工物の内部の該第1深さとは異なる第2深さの位置に位置づけるように該分割予定ラインに沿って該レーザビームを照射し、該第1改質層より長く該外周余剰領域に端部が重なる第2改質層を該分割予定ラインに沿って形成する第2レーザ加工ステップと、

該第1レーザ加工ステップ及び該第2レーザ加工ステップを実施した後に、該保持テーブルから被加工物を搬出する搬出ステップと、

該搬出ステップを実施した後に、被加工物に力を付与して被加工物を個々の該チップへと分割する分割ステップと、を備え、

該分割ステップでは、１又は複数の該分割予定ラインにより分けられる被加工物の複数の部分をそれぞれ複数の保持部で保持し、該複数の保持部に対して互いに離れる方向に相対的に移動させる力を付与して被加工物を複数の該分割予定ラインに沿って分割する方法で、被加工物を個々の該チップへと分割することを特徴とするチップの製造方法。

【請求項２】

該第１レーザ加工ステップ及び該第２レーザ加工ステップを実施した後、該分割ステップを実施する前に、該補強部を除去する補強部除去ステップを更に備えることを特徴とする請求項１に記載のチップの製造方法。

【請求項３】

該保持テーブルの上面は、柔軟な材料によって構成されており、
該保持ステップでは、該柔軟な材料で被加工物の表面側を保持することを特徴とする請求項１又は請求項２に記載のチップの製造方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、板状の被加工物を分割して複数のチップを製造するチップの製造方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

ウェーハに代表される板状の被加工物（ワーク）を複数のチップへと分割するために、透過性のあるレーザビームを被加工物の内部に集光させて、多光子吸収により改質された改質層（改質領域）を形成する方法が知られている（例えば、特許文献１参照）。改質層は、他の領域に比べて脆いので、分割予定ライン（ストリート）に沿って改質層を形成してから被加工物に力を加えることで、この改質層を起点に被加工物を複数のチップへと分割できる。

20

【０００３】

改質層が形成された被加工物に力を加える際には、例えば、伸張性のあるエキスパンドシート（エキスパンドテープ）を被加工物に貼って拡張する方法が採用される（例えば、特許文献２参照）。この方法では、通常、レーザビームを照射して被加工物に改質層を形成する前に、エキスパンドシートを被加工物に貼り、その後、改質層を形成してからエキスパンドシートを拡張して被加工物を複数のチップへと分割する。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００４】

【文献】特開２００２－１９２３７０号公報

特開２０１０－２０６１３６号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

ところが、上述のようなエキスパンドシートを拡張する方法では、使用後のエキスパンドシートを再び使用することができないので、チップの製造に要する費用も高くなり易い。特に、粘着材がチップに残留し難い高性能なエキスパンドシートは、価格も高いので、そのようなエキスパンドシートを用いると、チップの製造に要する費用も高くなる。

40

【０００６】

本発明はかかる問題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、エキスパンドシートを用いることなく板状の被加工物を分割して複数のチップを製造できるチップの製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【０００７】

本発明の一態様によれば、交差する複数の分割予定ラインによってチップとなる複数の領域に区画されたチップ領域と、該チップ領域を囲む外周余剰領域と、を有する板状の被加工

50

工物から複数の該チップを製造するチップの製造方法であって、被加工物を保持テーブルで直に保持する保持ステップと、該保持ステップを実施した後に、被加工物に対して透過性を有する波長のレーザビームの集光点を該保持テーブルに保持された被加工物の内部の第1深さの位置に位置づけるように該分割予定ラインに沿って被加工物の該チップ領域にのみ該レーザビームを照射し、該チップ領域の該分割予定ラインに沿って第1改質層を形成するとともに、該外周余剰領域を該第1改質層が形成されていない補強部とする第1レーザ加工ステップと、該保持ステップを実施した後に、被加工物に対して透過性を有する波長のレーザビームの集光点を該保持テーブルに保持された被加工物の内部の該第1深さとは異なる第2深さの位置に位置づけるように該分割予定ラインに沿って該レーザビームを照射し、該第1改質層より長く該外周余剰領域に端部が重なる第2改質層を該分割予定ラインに沿って形成する第2レーザ加工ステップと、該第1レーザ加工ステップ及び該第2レーザ加工ステップを実施した後に、該保持テーブルから被加工物を搬出する搬出ステップと、該搬出ステップを実施した後に、被加工物に力を付与して被加工物を個々の該チップへと分割する分割ステップと、を備え、該分割ステップでは、1又は複数の該分割予定ラインにより分けられる被加工物の複数の部分をそれぞれ複数の保持部で保持し、該複数の保持部に対して互いに離れる方向に相対的に移動させる力を付与して被加工物を複数の該分割予定ラインに沿って分割する方法で、被加工物を個々の該チップへと分割するチップの製造方法が提供される。

10

【0008】

本発明の一態様において、該第1レーザ加工ステップ及び該第2レーザ加工ステップを実施した後、該分割ステップを実施する前に、該補強部を除去する補強部除去ステップを更に備えても良い。また、本発明の一態様において、該保持テーブルの上面は、柔軟な材料によって構成されており、該保持ステップでは、該柔軟な材料で被加工物の表面側を保持しても良い。

20

【発明の効果】

【0009】

本発明の一態様に係るチップの製造方法では、被加工物を保持テーブルで直に保持した状態で、集光点を第1深さの位置に位置付けるように被加工物のチップ領域にのみレーザビームを照射して、チップ領域の分割予定ラインに沿って第1改質層を形成し、また、集光点を第2深さの位置に位置づけるようにレーザビームを照射して、第1改質層より長く外周余剰領域に端部が重なる第2改質層を分割予定ラインに沿って形成した後、分割予定ラインにより分けられる被加工物の複数の部分をそれぞれ複数の保持部で保持し、複数の保持部に対して互いに離れる方向に相対的に移動させる力を付与して被加工物を複数の分割予定ラインに沿って分割する方法で、被加工物を個々のチップへと分割するので、被加工物に力を加えて個々のチップへと分割するためにエキスパンドシートを用いる必要がない。このように、本発明の一態様に係るチップの製造方法によれば、エキスパンドシートを用いることなく板状の被加工物を分割して複数のチップを製造できる。

30

【0010】

また、本発明の一態様に係るチップの製造方法では、被加工物のチップ領域にのみレーザビームを照射して分割予定ラインに沿う第1改質層を形成するとともに、外周余剰領域を第1改質層が形成されていない補強部とするので、この補強部によってチップ領域は補強される。よって、搬送等の際に加わる力によって被加工物が個々のチップへと分割されてしまい、被加工物を適切に搬送できなくなることもない。

40

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】被加工物の構成例を模式的に示す斜視図である。

【図2】レーザ加工装置の構成例を模式的に示す斜視図である。

【図3】図3(A)は、保持ステップについて説明するための断面図であり、図3(B)は、第1レーザ加工ステップ及び第2レーザ加工ステップについて説明するための断面図である。

50

【図 4】図 4 (A) は、全ての分割予定ラインに沿って改質層が形成された後の被加工物の状態を模式的に示す平面図であり、図 4 (B) は、各分割予定ラインに沿って形成された改質層の状態を模式的に示す断面図である。

【図 5】図 5 (A) 及び図 5 (B) は、補強部除去ステップについて説明するための断面図である。

【図 6】分割装置等の構成例を模式的に示す斜視図である。

【図 7】図 7 (A) は、分割装置の一部を模式的に示す断面図であり、図 7 (B) は、図 7 (A) の一部を拡大して示す断面図である。

【図 8】分割ステップで被加工物が吸着、保持される様子について説明するための斜視図である。

10

【図 9】図 9 (A) は、分割ステップで被加工物が吸着、保持される様子について説明するための断面図であり、図 9 (B) は、分割ステップで被加工物が分割される様子について説明するための断面図である。

【図 10】変形例に係る保持ステップについて説明するための断面図である。

【図 11】図 11 (A) は、変形例に係る分割ステップについて説明するための断面図であり、図 11 (B) は、変形例に係る分割ステップでチップ領域を分割する前の被加工物の状態を模式的に示す平面図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 2 】

添付図面を参照して、本発明の一態様に係る実施形態について説明する。本実施形態に係るチップの製造方法は、保持ステップ（図 3 (A) 参照）、第 1 レーザ加工ステップ（図 3 (B)、図 4 (A) 及び図 4 (B) 参照）、第 2 レーザ加工ステップ（図 3 (B)、図 4 (A) 及び図 4 (B) 参照）、搬出ステップ、補強部除去ステップ（図 5 (A) 及び図 5 (B) 参照）、及び分割ステップ（図 6、図 7 (A)、図 7 (B)、図 8、図 9 (A) 及び図 9 (B) 参照）を含む。

20

【 0 0 1 3 】

保持ステップでは、分割予定ラインによって複数の領域に区画されたチップ領域と、チップ領域を囲む外周余剰領域と、を有する被加工物（ワーク）をチャックテーブル（保持テーブル）で直に保持する。第 1 レーザ加工ステップでは、被加工物に対して透過性を有する波長のレーザビームを照射し、チップ領域の分割予定ラインに沿って第 1 改質層を形成するとともに、外周余剰領域を第 1 改質層が形成されていない補強部とする。

30

【 0 0 1 4 】

第 2 レーザ加工ステップでは、被加工物に対して透過性を有する波長のレーザビームを照射し、第 1 改質層より長く外周余剰領域に端部が重なる第 2 改質層を分割予定ラインに沿って形成する。搬出ステップでは、チャックテーブルから被加工物を搬出する。補強部除去ステップでは、被加工物から補強部を除去する。分割ステップでは、分割予定ラインにより分けられる被加工物の複数の部分をそれぞれ複数の保持部で保持し、複数の保持部に対して互いに離れる方向に相対的に移動させる力を付与して被加工物を複数の分割予定ラインに沿って分割する方法で、この被加工物を複数のチップへと分割する。以下、本実施形態に係るチップの製造方法について詳述する。

40

【 0 0 1 5 】

図 1 は、本実施形態で使用される被加工物（ワーク）11の構成例を模式的に示す斜視図である。図 1 に示すように、被加工物 11 は、例えば、シリコン（Si）、ヒ化ガリウム（GaAs）、リン化インジウム（InP）、窒化ガリウム（GaN）、シリコンカーバイド（SiC）等の半導体、サファイア（Al₂O₃）、ソーダガラス、ホウケイ酸ガラス、石英ガラス等の誘電体（絶縁体）、又は、タンタル酸リチウム（LiTaO₃）、ニオブ酸リチウム（LiNbO₃）等の強誘電体（強誘電体結晶）でなる円盤状のウェーハ（基板）である。

【 0 0 1 6 】

被加工物 11 の表面 11 a 側は、交差する複数の分割予定ライン（ストリート）13 でチ

50

チップとなる複数の領域 15 に区画されている。なお、以下では、チップとなる複数の領域 15 の全てを含む概ね円形の領域をチップ領域 11c と呼び、チップ領域 11c を囲む環状の領域を外周余剰領域 11d と呼ぶ。

【0017】

チップ領域 11c 内の各領域 15 には、必要に応じて、IC (Integrated Circuit)、MEMS (Micro Electro Mechanical Systems)、LED (Light Emitting Diode)、LD (Laser Diode)、フォトダイオード (Photodiode)、SAW (Surface Acoustic Wave) フィルタ、BAW (Bulk Acoustic Wave) フィルタ等のデバイスが形成されている。

【0018】

この被加工物 11 を分割予定ライン 13 に沿って分割することで、複数のチップが得られる。具体的には、被加工物 11 がシリコンウェーハの場合には、例えば、メモリやセンサ等として機能するチップが得られる。被加工物 11 がヒ化ガリウム基板やリン化インジウム基板、窒化ガリウム基板の場合には、例えば、発光素子や受光素子等として機能するチップが得られる。

【0019】

被加工物 11 がシリコンカーバイド基板の場合には、例えば、パワーデバイス等として機能するチップが得られる。被加工物 11 がサファイア基板の場合には、例えば、発光素子等として機能するチップが得られる。被加工物 11 がソーダガラスやホウケイ酸ガラス、石英ガラス等であるガラス基板の場合には、例えば、光学部品やカバー部材 (カバーガラス) として機能するチップが得られる。

【0020】

被加工物 11 がタンタル酸リチウムや、ニオブ酸リチウム等の強誘電体である強誘電体基板 (強誘電体結晶基板) の場合には、例えば、フィルタやアクチュエータ等として機能するチップが得られる。なお、被加工物 11 の材質、形状、構造、大きさ、厚み等に制限はない。同様に、チップとなる領域 15 に形成されるデバイスの種類、数量、形状、構造、大きさ、配置等にも制限はない。チップとなる領域 15 には、デバイスが形成されていなくても良い。

【0021】

本実施形態に係るチップの製造方法では、被加工物 11 として円盤状のシリコンウェーハを用い、複数のチップを製造する。具体的には、まず、この被加工物 11 をチャックテーブルで直に保持する保持ステップを行う。図 2 は、本実施形態で使用されるレーザ加工装置の構成例を模式的に示す斜視図である。

【0022】

図 2 に示すように、レーザ加工装置 2 は、各構成要素が搭載される基台 4 を備えている。基台 4 の上面には、被加工物 11 を吸引、保持するためのチャックテーブル (保持テーブル) 6 を X 軸方向 (加工送り方向) 及び Y 軸方向 (割り出し送り方向) に移動させる水平移動機構 8 が設けられている。水平移動機構 8 は、基台 4 の上面に固定され X 軸方向に概ね平行な一対の X 軸ガイドレール 10 を備えている。

【0023】

X 軸ガイドレール 10 には、X 軸移動テーブル 12 がスライド可能に取り付けられている。X 軸移動テーブル 12 の裏面側 (下面側) には、ナット部 (不図示) が設けられており、このナット部には、X 軸ガイドレール 10 に概ね平行な X 軸ボールネジ 14 が螺合されている。

【0024】

X 軸ボールネジ 14 の一端部には、X 軸パルスモータ 16 が連結されている。X 軸パルスモータ 16 で X 軸ボールネジ 14 を回転させることにより、X 軸移動テーブル 12 は X 軸ガイドレール 10 に沿って X 軸方向に移動する。X 軸ガイドレール 10 に隣接する位置には、X 軸方向において X 軸移動テーブル 12 の位置を検出するための X 軸スケール 18 が設置されている。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 5 】

X 軸移動テーブル 1 2 の表面（上面）には、Y 軸方向に概ね平行な一対の Y 軸ガイドレール 2 0 が固定されている。Y 軸ガイドレール 2 0 には、Y 軸移動テーブル 2 2 がスライド可能に取り付けられている。Y 軸移動テーブル 2 2 の裏面側（下面側）には、ナット部（不図示）が設けられており、このナット部には、Y 軸ガイドレール 2 0 に概ね平行な Y 軸ボールネジ 2 4 が螺合されている。

【 0 0 2 6 】

Y 軸ボールネジ 2 4 の一端部には、Y 軸パルスモータ 2 6 が連結されている。Y 軸パルスモータ 2 6 で Y 軸ボールネジ 2 4 を回転させることにより、Y 軸移動テーブル 2 2 は Y 軸ガイドレール 2 0 に沿って Y 軸方向に移動する。Y 軸ガイドレール 2 0 に隣接する位置には、Y 軸方向において Y 軸移動テーブル 2 2 の位置を検出するための Y 軸スケール 2 8 が設置されている。

10

【 0 0 2 7 】

Y 軸移動テーブル 2 2 の表面側（上面側）には、支持台 3 0 が設けられており、この支持台 3 0 の上部には、チャックテーブル 6 が配置されている。チャックテーブル 6 の表面（上面）は、上述した被加工物 1 1 の裏面 1 1 b 側（又は表面 1 1 a 側）を吸引、保持する保持面 6 a になっている。保持面 6 a は、例えば、酸化アルミニウム等の硬度が高い多孔質材で構成されている。ただし、保持面 6 a は、ポリエチレンやエポキシ等の樹脂に代表される柔軟な材料で構成されていても良い。

【 0 0 2 8 】

この保持面 6 a は、チャックテーブル 6 の内部に形成された吸引路 6 b（図 3（A）等参照）やバルブ 3 2（図 3（A）等参照）等を介して吸引源 3 4（図 3（A）等参照）に接続されている。チャックテーブル 6 の下方には、回転駆動源（不図示）が設けられており、チャックテーブル 6 は、この回転駆動源によって Z 軸方向に概ね平行な回転軸の周りに回転する。

20

【 0 0 2 9 】

水平移動機構 8 の後方には、柱状の支持構造 3 6 が設けられている。支持構造 3 6 の上部には、Y 軸方向に伸びる支持アーム 3 8 が固定されており、この支持アーム 3 8 の先端部には、被加工物 1 1 に対して透過性を有する波長（吸収され難い波長）のレーザビーム 1 7（図 3（B）参照）をパルス発振して、チャックテーブル 6 上の被加工物 1 1 に照射するレーザ照射ユニット 4 0 が設けられている。

30

【 0 0 3 0 】

レーザ照射ユニット 4 0 に隣接する位置には、被加工物 1 1 の表面 1 1 a 側又は裏面 1 1 b 側を撮像するカメラ 4 2 が設けられている。カメラ 4 2 で被加工物 1 1 等を撮像して形成された画像は、例えば、被加工物 1 1 とレーザ照射ユニット 4 0 との位置等を調整する際に使用される。

【 0 0 3 1 】

チャックテーブル 6、水平移動機構 8、レーザ照射ユニット 4 0、カメラ 4 2 等の構成要素は、制御ユニット（不図示）に接続されている。制御ユニットは、被加工物 1 1 が適切に加工されるように各構成要素を制御する。

40

【 0 0 3 2 】

図 3（A）は、保持ステップについて説明するための断面図である。なお、図 3（A）では、一部の構成要素を機能ブロックで示している。保持ステップでは、図 3（A）に示すように、例えば、被加工物 1 1 の裏面 1 1 b をチャックテーブル 6 の保持面 6 a に接触させる。そして、バルブ 3 2 を開いて吸引源 3 4 の負圧を保持面 6 a に作用させる。

【 0 0 3 3 】

これにより、被加工物 1 1 は、表面 1 1 a 側が上方に露出した状態でチャックテーブル 6 に吸引、保持される。なお、本実施形態では、図 3（A）に示すように、被加工物 1 1 の裏面 1 1 b 側をチャックテーブル 6 で直に保持する。つまり、本実施形態では、被加工物 1 1 に対してエキスパンドシートを貼る必要がない。

50

【 0 0 3 4 】

保持ステップの後には、被加工物 1 1 に対して透過性を有する波長のレーザービーム 1 7 を照射し、分割予定ライン 1 3 に沿う改質層を形成する第 1 レーザ加工ステップ及び第 2 レーザ加工ステップを行う。なお、本実施形態では、第 1 レーザ加工ステップの後に第 2 レーザ加工ステップを行う場合について説明する。

【 0 0 3 5 】

図 3 (B) は、第 1 レーザ加工ステップ及び第 2 レーザ加工ステップについて説明するための断面図であり、図 4 (A) は、全ての分割予定ライン 1 3 に沿って改質層が形成された後の被加工物 1 1 の状態を模式的に示す平面図であり、図 4 (B) は、各分割予定ライン 1 3 に沿って形成された改質層を模式的に示す断面図である。なお、図 3 (B) では、一部の構成要素を機能ブロックで示している。

10

【 0 0 3 6 】

第 1 レーザ加工ステップでは、まず、チャックテーブル 6 を回転させて、例えば、対象となる分割予定ライン 1 3 の延びる方向を X 軸方向に対して平行にする。次に、チャックテーブル 6 を移動させて、対象となる分割予定ライン 1 3 の延長線上にレーザー照射ユニット 4 0 の位置を合わせる。そして、図 3 (B) に示すように、X 軸方向（すなわち、対象の分割予定ライン 1 3 の延びる方向）にチャックテーブル 6 を移動させる。

【 0 0 3 7 】

その後、対象となる分割予定ライン 1 3 上の 2 箇所に存在するチップ領域 1 1 c と外周余剰領域 1 1 d との境界の一方の直上にレーザー照射ユニット 4 0 が到達したタイミングで、このレーザー照射ユニット 4 0 からレーザービーム 1 7 の照射を開始する。本実施形態では、図 3 (B) に示すように、被加工物 1 1 の上方に配置されたレーザー照射ユニット 4 0 から、被加工物 1 1 の表面 1 1 a に向けてレーザービーム 1 7 が照射される。

20

【 0 0 3 8 】

このレーザービーム 1 7 の照射は、レーザー照射ユニット 4 0 が、対象となる分割予定ライン 1 3 上の 2 箇所に存在するチップ領域 1 1 c と外周余剰領域 1 1 d との境界の他方の直上に到達するまで続けられる。つまり、ここでは、対象の分割予定ライン 1 3 に沿ってチップ領域 1 1 c 内にのみレーザービーム 1 7 を照射する。

【 0 0 3 9 】

また、このレーザービーム 1 7 は、被加工物 1 1 の内部の表面 1 1 a （又は裏面 1 1 b ）から第 1 深さの位置に集光点を位置付けるように照射される。このように、被加工物 1 1 に対して透過性を有する波長のレーザービーム 1 7 を、被加工物 1 1 の内部に集光させることで、集光点及びその近傍で被加工物 1 1 の一部を多光子吸収により改質し、分割の起点となる改質層 1 9 （第 1 改質層 1 9 a ）を形成できる（第 1 改質層形成ステップ）。

30

【 0 0 4 0 】

本実施形態の第 1 レーザ加工ステップでは、対象の分割予定ライン 1 3 に沿ってチップ領域 1 1 c 内にのみレーザービーム 1 7 を照射するので、対象の分割予定ライン 1 3 に沿ってチップ領域 1 1 c 内にのみ改質層 1 9 （第 1 改質層 1 9 a ）が形成される。すなわち、図 4 (B) に示すように、第 1 レーザ加工ステップでは、外周余剰領域 1 1 d に改質層 1 9 （第 1 改質層 1 9 a ）が形成されない。

40

【 0 0 4 1 】

上述した第 1 レーザ加工ステップの後には、同じ分割予定ライン 1 3 に沿って第 1 深さとは異なる深さの位置に改質層 1 9 を形成する第 2 レーザ加工ステップを行う。なお、第 1 レーザ加工ステップが終了した段階では、対象となる分割予定ライン 1 3 の延長線上にレーザー照射ユニット 4 0 が存在するので、このレーザー照射ユニット 4 0 の位置を分割予定ライン 1 3 に合わせて調整する必要はない。

【 0 0 4 2 】

第 2 レーザ加工ステップでは、まず、チャックテーブル 6 を X 軸方向（対象の分割予定ライン 1 3 の延びる方向）に移動させる。次に、被加工物 1 1 の外周余剰領域 1 1 d に設定された照射開始点の直上にレーザー照射ユニット 4 0 が到達したタイミングで、このレーザ

50

照射ユニット 40 からレーザービーム 17 の照射を開始する。

【0043】

本実施形態では、第1レーザー加工ステップと同様に、被加工物 11 の上方に配置されたレーザー照射ユニット 40 から、被加工物 11 の表面 11a に向けてレーザービーム 17 が照射される。このレーザービーム 17 の照射は、レーザー照射ユニット 40 が、被加工物 11 のチップ領域 11c 上を通過して外周余剰領域 11d に設定された照射終了点の直上に到達するまで続けられる。

【0044】

つまり、ここでは、対象の分割予定ライン 13 に沿って外周余剰領域 11d の一部及びチップ領域 11c にレーザービーム 17 を照射する。また、このレーザービーム 17 は、被加工物 11 の内部の表面 11a (又は裏面 11b) から第2深さ(第1深さとは異なる深さ)の位置に集光点を位置付けるように照射される。

【0045】

これにより、第1レーザー加工ステップで形成される改質層 19 (第1改質層 19a) より長く外周余剰領域 11d に端部が重なる改質層 19 (第2改質層 19b) を、分割予定ライン 13 に沿って第2深さの位置に形成できる(第2改質層形成ステップ)。第2深さの位置に改質層 19 (第2改質層 19b) を形成した後は、同様の手順で第1深さ及び第2深さとは異なる第3深さの位置に改質層 19 (第3改質層 19c) を形成する(第3改質層形成ステップ)。第3深さの位置に改質層 19 を形成する際には、照射開始点及び照射終了点の位置を変更して良い。

【0046】

なお、本実施形態では、第1レーザー加工ステップで1つの分割予定ライン 13 に沿って1つの改質層 19 (第1改質層 19a) を形成し、第2レーザー加工ステップで同じ1つの分割予定ライン 13 に沿って2つの改質層 19 (第2改質層 19b 及び第3改質層 19c) を形成しているが、1つの分割予定ライン 13 に沿って形成される改質層 19 の数や位置等に特段の制限はない。

【0047】

例えば、第1レーザー加工ステップで1つの分割予定ライン 13 に沿って形成される改質層 19 の数は2つ以上でも良い。また、第2レーザー加工ステップで同じ1つの分割予定ライン 13 に沿って形成される改質層 19 の数は1つ、又は3つ以上でも良い。すなわち、少なくとも、第1レーザー加工ステップで1つの分割予定ライン 13 に沿って1つ以上の改質層 19 を形成でき、第2レーザー加工ステップで1つの分割予定ライン 13 に沿って1つ以上の改質層 19 を形成できれば良い。

【0048】

また、改質層 19 は、表面 11a (又は裏面 11b) にクラックが到達する条件で形成されることが望ましい。もちろん、表面 11a 及び裏面 11b の両方にクラックが到達する条件で改質層 19 を形成しても良い。これにより、被加工物 11 をより適切に分割できるようになる。

【0049】

被加工物 11 がシリコンウェーハの場合には、例えば、次のような条件で改質層 19 が形成される。

被加工物：シリコンウェーハ

レーザービームの波長：1340nm

レーザービームの繰り返し周波数：90kHz

レーザービームの出力：0.1W~2W

チャックテーブルの移動速度(加工送り速度)：180mm/s~1000mm/s、代表的には、500mm/s

【0050】

被加工物 11 がヒ化ガリウム基板やリン化インジウム基板の場合には、例えば、次のような条件で改質層 19 が形成される。

被加工物：ヒ化ガリウム基板、リン化インジウム基板

レーザビームの波長：1064 nm

レーザビームの繰り返し周波数：20 kHz

レーザビームの出力：0.1 W ~ 2 W

チャックテーブルの移動速度（加工送り速度）：100 mm/s ~ 400 mm/s、代表的には、200 mm/s

【0051】

被加工物11がサファイア基板の場合には、例えば、次のような条件で改質層19が形成される。

被加工物：サファイア基板

レーザビームの波長：1045 nm

レーザビームの繰り返し周波数：100 kHz

レーザビームの出力：0.1 W ~ 2 W

チャックテーブルの移動速度（加工送り速度）：400 mm/s ~ 800 mm/s、代表的には、500 mm/s

【0052】

被加工物11がタンタル酸リチウムやニオブ酸リチウム等の強誘電体でなる強誘電体基板の場合には、例えば、次のような条件で改質層19が形成される。

被加工物：タンタル酸リチウム基板、ニオブ酸リチウム基板

レーザビームの波長：532 nm

レーザビームの繰り返し周波数：15 kHz

レーザビームの出力：0.02 W ~ 0.2 W

チャックテーブルの移動速度（加工送り速度）：270 mm/s ~ 420 mm/s、代表的には、300 mm/s

【0053】

被加工物11がソーダガラスやホウケイ酸ガラス、石英ガラス等でなるガラス基板の場合には、例えば、次のような条件で改質層19が形成される。

被加工物：ソーダガラス基板、ホウケイ酸ガラス基板、石英ガラス基板

レーザビームの波長：532 nm

レーザビームの繰り返し周波数：50 kHz

レーザビームの出力：0.1 W ~ 2 W

チャックテーブルの移動速度（加工送り速度）：300 mm/s ~ 600 mm/s、代表的には、400 mm/s

【0054】

被加工物11が窒化ガリウム基板の場合には、例えば、次のような条件で改質層19が形成される。

被加工物：窒化ガリウム基板

レーザビームの波長：532 nm

レーザビームの繰り返し周波数：25 kHz

レーザビームの出力：0.02 W ~ 0.2 W

チャックテーブルの移動速度（加工送り速度）：90 mm/s ~ 600 mm/s、代表的には、150 mm/s

【0055】

被加工物11がシリコンカーバイド基板の場合には、例えば、次のような条件で改質層19が形成される。

被加工物：シリコンカーバイド基板

レーザビームの波長：532 nm

レーザビームの繰り返し周波数：25 kHz

レーザビームの出力：0.02 W ~ 0.2 W、代表的には、0.1 W

チャックテーブルの移動速度（加工送り速度）：90 mm/s ~ 600 mm/s、代表的

10

20

30

40

50

には、シリコンカーバイド基板の劈開方向で90mm/s、非劈開方向で400mm/s
【0056】

対象の分割予定ライン13に沿って改質層19を形成した後は、残りの全ての分割予定ライン13に対して上述した第1レーザ加工ステップ及び第2レーザ加工ステップを繰り返す。これにより、図4(A)に示すように、全ての分割予定ライン13に沿って改質層19を形成できる。

【0057】

本実施形態の第1レーザ加工ステップでは、分割予定ライン13に沿ってチップ領域11c内にのみ改質層19(第1改質層19a)を形成し、外周余剰領域11dには改質層19(第1改質層19a)を形成しないので、この外周余剰領域11dによって被加工物11の強度が保たれる。これにより、搬送等の際に加わる力によって被加工物11が個々のチップへと分割されてしまうことはない。このように、第1レーザ加工ステップの後の外周余剰領域11dは、チップ領域11を補強するための補強部として機能する。

10

【0058】

また、本実施形態の第1レーザ加工ステップでは、外周余剰領域11dに改質層19(第1改質層19a)を形成しないので、例えば、改質層19から伸長するクラックが表面11a及び裏面11bの両方に到達し、被加工物11が完全に分割された状況でも、各チップが脱落、離散することはない。一般に、被加工物11に改質層19が形成されると、この改質層19の近傍で被加工物11は膨張する。本実施形態では、改質層19の形成によって発生する膨張の力を、補強部として機能するリング状の外周余剰領域11dで内向きに作用させることで、各チップを押さえつけ、脱落、離散を防止している。

20

【0059】

第1レーザ加工ステップ及び第2レーザ加工ステップの後には、チャックテーブル6から被加工物11を搬出する搬出ステップを行う。具体的には、例えば、被加工物11の表面11a(又は、裏面11b)の全体を吸着、保持できる搬送ユニット(不図示)で被加工物11の表面11aの全体を吸着してから、バルブ32を閉じて吸引源34の負圧を遮断し、被加工物11を搬出する。なお、本実施形態では、上述のように、外周余剰領域11dが補強部として機能するので、搬送等の際に加わる力によって被加工物11が個々のチップへと分割されてしまい、被加工物11を適切に搬送できなくなることはない。

【0060】

30

搬出ステップの後には、被加工物11から補強部を除去する補強部除去ステップを行う。図5(A)及び図5(B)は、補強部除去ステップについて説明するための断面図である。なお、図5(A)及び図5(B)では、一部の構成要素を機能ブロックで示している。補強部除去ステップは、例えば、図5(A)及び図5(B)に示す切削装置52を用いて行われる。

【0061】

切削装置52は、被加工物11を吸引、保持するためのチャックテーブル(保持テーブル)54を備えている。このチャックテーブル54の上面の一部は、被加工物11のチップ領域11cを吸引、保持する保持面54aになっている。保持面54aは、チャックテーブル54の内部に形成された吸引路54bやバルブ56等を介して吸引源58に接続されている。

40

【0062】

チャックテーブル54の上面の別の一部には、被加工物11の外周余剰領域11d(すなわち、補強部)を吸引、保持するための吸引路54cの一端が開口している。吸引路54cの他端側は、バルブ60等を介して吸引源58に接続されている。このチャックテーブル54は、モータ等の回転駆動源(不図示)に連結されており、鉛直方向に概ね平行な回転軸の周りに回転する。

【0063】

チャックテーブル54の上方には、切削ユニット62が配置されている。切削ユニット62は、保持面54aに対して概ね平行な回転軸となるスピンドル64を備えている。スピ

50

ンドル 6 4 の一端側には、結合材に砥粒が分散されてなる環状の切削ブレード 6 6 が装着されている。

【 0 0 6 4 】

スピンドル 6 4 の他端側には、モータ等の回転駆動源（不図示）が連結されており、スピンドル 6 4 の一端側に装着された切削ブレード 6 6 は、この回転駆動源から伝わる力によって回転する。切削ユニット 6 2 は、例えば、昇降機構（不図示）に支持されており、切削ブレード 6 6 は、この昇降機構によって鉛直方向に移動する。

【 0 0 6 5 】

なお、チャックテーブル 5 4 の上面には、被加工物 1 1 のチップ領域 1 1 c と外周余剰領域 1 1 d との境界に対応する位置に、切削ブレード 6 6 との接触を防ぐための切削ブレード用逃げ溝（不図示）が形成されている。

10

【 0 0 6 6 】

補強部除去ステップでは、まず、被加工物 1 1 の裏面 1 1 b をチャックテーブル 5 4 の保持面 5 4 a に接触させる。そして、バルブ 5 6 , 6 0 を開き、吸引源 5 8 の負圧を保持面 5 4 a 等に作用させる。これにより、被加工物 1 1 は、表面 1 1 a 側が上方に露出した状態でチャックテーブル 5 4 に吸引、保持される。なお、本実施形態では、図 5 (A) に示すように、被加工物 1 1 の裏面 1 1 b 側をチャックテーブル 5 4 で直に保持する。つまり、ここでも、被加工物 1 1 に対してエキスパンドシートを貼る必要がない。

【 0 0 6 7 】

次に、切削ブレード 6 6 を回転させて、被加工物 1 1 のチップ領域 1 1 c と外周余剰領域 1 1 d との境界に切り込ませる。併せて、図 5 (A) に示すように、チャックテーブル 5 4 を、鉛直方向に概ね平行な回転軸の周りに回転させる。これにより、チップ領域 1 1 c と外周余剰領域 1 1 d との境界に沿って被加工物 1 1 を切断できる。

20

【 0 0 6 8 】

その後、バルブ 6 0 を閉じて、被加工物 1 1 の外周余剰領域 1 1 d に対する吸引源 5 8 の負圧を遮断する。そして、図 5 (B) に示すように、チャックテーブル 5 4 から外周余剰領域 1 1 d を除去する。これにより、チャックテーブル 5 4 上には、被加工物 1 1 のチップ領域 1 1 c のみが残る。

【 0 0 6 9 】

補強部除去ステップの後には、被加工物 1 1 を個々のチップへと分割する分割ステップを行う。具体的には、分割予定ライン 1 3 により分けられる被加工物 1 1 の複数の部分をそれぞれ複数の保持部で保持し、複数の保持部に対して互いに離れる方向に相対的に移動させる力を付与して被加工物 1 1 を複数の分割予定ライン 1 3 に沿って分割する方法で、この被加工物 1 1 を分割する。

30

【 0 0 7 0 】

図 6 は、本実施形態の分割ステップで使用される分割装置等の構成例を模式的に示す斜視図であり、図 7 (A) は、分割装置の一部を模式的に示す断面図であり、図 7 (B) は、図 7 (A) の一部を拡大して示す断面図である。図 6、図 7 (A) 及び図 7 (B) に示すように、分割装置 7 2 は、概ね等間隔に配置された複数の静電吸着部材（保持部）7 4 を含む。各静電吸着部材 7 4 は、所定の方に長い直方体状（平板状又は棒状）に形成されており、その上面（吸着面）7 4 a 側で被加工物 1 1 の下面側（例えば、裏面 1 1 b 側）を吸着、保持する。

40

【 0 0 7 1 】

静電吸着部材 7 4 の上面 7 4 a の長さ（上述した所定の方に沿った長さ）は、例えば、分割の対象となる被加工物 1 1（本実施形態では、チップ領域 1 1 c）の直径よりも長い。一方で、静電吸着部材 7 4 の上面 7 4 a の幅（上述した所定の方に対して直交する方向の長さ）は、被加工物 1 1 において隣接する 2 本の分割予定ライン 1 3 の間隔よりも狭い。よって、被加工物 1 1 の隣接する 2 本の分割予定ライン 1 3 の間の部分（分割後の小片に相当する部分）を、この静電吸着部材 7 4 で吸着、保持できる。

【 0 0 7 2 】

50

静電吸着部材 7 4 の数に特段の制限はないが、例えば、被加工物 1 1 の第 1 方向（又は第 1 方向に交差する第 2 方向）に延びる全ての分割予定ライン 1 3 に沿って被加工物 1 1 を一度に分割できる数の静電吸着部材 7 4 を使用すると良い。この場合、静電吸着部材 7 4 に対して被加工物 1 1 をずらして置き直すことなく、第 1 方向（又は第 2 方向）に延びる全ての分割予定ライン 1 3 に沿って被加工物 1 1 を一度に分割できる。

【 0 0 7 3 】

各静電吸着部材 7 4 の下面 7 4 b には、上述した所定の方向（すなわち、各静電吸着部材 7 4 の長手方向）に対して直交する方向に延びる帯状の 2 本（2 枚）の弾性シート（付与機構）7 6 a , 7 6 b が接着剤 7 8（図 7（B））によって固定されている。具体的には、各静電吸着部材 7 4 の長手方向の一端側に、一方の弾性シート 7 6 a が固定されている。

10

【 0 0 7 4 】

また、各静電吸着部材 7 4 の長手方向の他端側に、他方の弾性シート 7 6 b が固定されている。各弾性シート 7 6 a , 7 6 b は、例えば、ゴム等の高弾性材料でなり、所定の伸縮性を有している。2 本の弾性シート 7 6 a , 7 6 b によって、各静電吸着部材 7 4 は、その長手方向に対して直交する方向に配列された状態で連結される。

【 0 0 7 5 】

ただし、弾性シート 7 6 a , 7 6 b の材質、構造、数量、配置等に特段の制限はない。例えば、伸縮性又は非伸縮性の繊維で構成される織物や編物等を弾性シート 7 6 a , 7 6 b として用いても良い。また、本実施形態では、2 本の弾性シート 7 6 a , 7 6 b によって複数の静電吸着部材 7 4 を連結しているが、1 本（1 枚）、又は 3 本（3 枚）以上の弾性シートを用いて複数の静電吸着部材 7 4 を連結することもできる。

20

【 0 0 7 6 】

各弾性シート 7 6 a , 7 6 b の一端側は、静電吸着部材 7 4 の長手方向に概ね平行な回転軸を持つ円筒状（円柱状）のローラー（付与機構）8 0 a に固定されている。このローラー 8 0 a は、モータ等の回転駆動源（付与機構）8 2 a に連結されており、回転駆動源 8 2 a で発生する力によって回転軸の周りに回転する。

【 0 0 7 7 】

同様に、各弾性シート 7 6 a , 7 6 b の他端側は、各静電吸着部材 7 4 の長手方向に概ね平行な回転軸を持つ円筒状（円柱状）のローラー（付与機構）8 0 b に固定されている。このローラー 8 0 b は、モータ等の回転駆動源（付与機構）8 2 b に連結されており、回転駆動源 8 2 b で発生する力によって回転軸の周りに回転する。

30

【 0 0 7 8 】

回転駆動源 8 2 a , 8 2 b でローラー 8 0 a , 8 0 b を回転させることにより、弾性シート 7 6 a , 7 6 b をローラー 8 0 a , 8 0 b で巻き取ったり、弾性シート 7 6 a , 7 6 b をローラー 8 0 a , 8 0 b から繰り出したりして、この弾性シート 7 6 a , 7 6 b に掛かる張力を調整できる。

【 0 0 7 9 】

なお、本実施形態の分割装置 7 2 では、2 組のローラー 8 0 a , 8 0 b と 2 組の回転駆動源 8 2 a , 8 2 b とを用いているが、例えば、1 組のローラーと 1 組の回転駆動源とを用いて同等の機能を実現することもできる。この場合には、例えば、各弾性シート 7 6 a , 7 6 b の一端側（又は他端側）を固定し、他端側（又は一端側）に 1 組のローラーと 1 組の回転駆動源とを接続すれば良い。

40

【 0 0 8 0 】

図 7（A）及び図 7（B）に示すように、静電吸着部材 7 4 は、その長手方向に延びる柱状（棒状）の心材 8 4 a と、心材 8 4 a の周りを被覆する導電部材 8 6 a とを含んでいる。導電部材 8 6 a は、例えば、銅等の金属で構成され、静電吸着部材 7 4 の一方の電極として機能する。心材 8 4 a の材質、形状等に特段の制限はないが、本実施形態では、シリコンでなる角柱状の心材 8 4 a を用いる。

【 0 0 8 1 】

また、静電吸着部材 7 4 は、その長手方向に延びる柱状（棒状）の心材 8 4 b と、心材 8

50

4 b の周りを被覆する導電部材 8 6 b とを含んでいる。心材 8 4 b や導電部材 8 6 b の材質、形状等は、心材 8 4 a や導電部材 8 6 a の材質、形状等と同じで良い。なお、この導電部材 8 6 b は、静電吸着部材 7 4 の他方の電極として機能する。

【 0 0 8 2 】

心材 8 4 a 及び導電部材 8 6 a と、心材 8 4 b 及び導電部材 8 6 b とは、所定の間隔をあけて配置され、絶縁部材 8 8 で被覆されている。これにより、互いに平行な一対の電極が実現されている。なお、この絶縁部材 8 8 の上面が静電吸着部材 7 4 の上面 7 4 a となり、絶縁部材 8 8 の下面が静電吸着部材 7 4 の下面 7 4 b となる。

【 0 0 8 3 】

図 6 に示すように、各静電吸着部材 7 4 の一方の電極（導電部材 8 6 a ）は、配線 9 0 やスイッチ 9 2 等を介して、直流電源（電源ユニット）9 4 の正極に接続されている。また、各静電吸着部材 7 4 の他方の電極（導電部材 8 6 b ）は、配線 9 0 等を介して、直流電源 9 4 の負極に接続されている。

10

【 0 0 8 4 】

よって、スイッチ 9 2 を導通（ON）状態にして、直流電源 9 4 の電圧を各静電吸着部材 7 4 の電極に加えることで、各静電吸着部材 7 4 の周りに電界を発生させることができる。複数の静電吸着部材 7 4 等の上方には、搬送ユニット 9 6 が配置されている。搬送ユニット 9 6 は、被加工物 1 1 の上面側（例えば、表面 1 1 a 側）を吸着、保持して、この被加工物 1 1 を搬送する。

【 0 0 8 5 】

20

分割ステップでは、図 6 に示すように、まず、被加工物 1 1 の上面側（本実施形態では、表面 1 1 a 側）を搬送ユニット 9 6 で吸着、保持する。次に、搬送ユニット 9 6 を移動させて、被加工物 1 1 の下面側（本実施形態では、裏面 1 1 b 側）を複数の静電吸着部材 7 4 の上面 7 4 a に接触させる。この時、被加工物 1 1 の第 1 方向に延びる分割予定ライン 1 3 を、隣接する 2 個の静電吸着部材 7 4 の隙間に合わせるように、複数の静電吸着部材 7 4 と被加工物 1 1 との相対的な位置及び向きを搬送ユニット 9 6 で調整する。

【 0 0 8 6 】

その後、搬送ユニット 9 6 による被加工物 1 1 の吸着、保持を解除することで、被加工物 1 1 を複数の静電吸着部材 7 4 に載せることができる。なお、静電吸着部材 7 4 に被加工物 1 1 を載せる前には、スイッチ 9 2 を非導通（OFF）状態にしておく。また、回転駆動源 8 2 a , 8 2 b で弾性シート 7 6 a , 7 6 b に掛かる張力を調整し、静電吸着部材 7 4 の配列される周期（繰り返し周期）を第 1 方向に延びる分割予定ライン 1 3 の配列される周期（繰り返し周期）に合わせておく。

30

【 0 0 8 7 】

被加工物 1 1 を複数の静電吸着部材 7 4 に載せた後には、複数の静電吸着部材 7 4 で被加工物 1 1 を吸着、保持する。図 8 は、被加工物 1 1 が吸着、保持される様子について説明するための斜視図であり、図 9（A）は、被加工物が吸着、保持される様子について説明するための断面図である。図 8 に示すように、被加工物 1 1 を吸着、保持する際には、スイッチ 9 2 を非導通状態から導通状態に切り替えて、直流電源 9 4 の電圧を各静電吸着部材 7 4 の電極に印加する。

40

【 0 0 8 8 】

これにより、各静電吸着部材 7 4 の周りに電界が発生し、その効果として、被加工物 1 1 と各静電吸着部材 7 4 との間に静電気の力が作用する。この静電気の力によって、図 8 及び図 9（A）に示すように、被加工物 1 1 は、各静電吸着部材 7 4 に吸着、保持される。なお、被加工物 1 1 と各静電吸着部材 7 4 との間に作用する静電気の力には、クーロン力、ジョンソン・ラーベック力、グラジエント力等がある。

【 0 0 8 9 】

本実施形態では、被加工物 1 1 を複数の静電吸着部材 7 4 に載せる際に、第 1 方向に延びる分割予定ライン 1 3 の位置を、隣接する 2 個の静電吸着部材 7 4 の隙間に相当する位置に合わせている。そのため、各静電吸着部材 7 4 の周りに電界を発生させると、第 1 方向

50

に延びる複数の分割予定ライン 13 によって分けられる複数の部分（分割後の小片に相当する部分）が、それぞれ、静電吸着部材 74 によって吸着、保持される。

【0090】

複数の静電吸着部材 74 で被加工物 11 を吸着、保持した後は、第 1 方向に延びる複数の分割予定ライン 13 に沿って被加工物 11 を複数の小片に分割する。図 9（B）は、被加工物 11 が分割される様子について説明するための断面図である。具体的には、弾性シート 76a, 76b を巻き取る方向にローラー 80a, 80b を回転させて、弾性シート 76a, 76b に掛かる張力（所定の方

【0091】

すなわち、所定の方

10

【0092】

上述のように、第 1 方向に延びる複数の分割予定ライン 13 には、それぞれ、分割の起点となる改質層 19 が形成されている。この改質層 19 は、被加工物 11 の他の領域に比べて脆い。そのため、被加工物 11 は、各静電吸着部材 74 を介して伝わる力によって、図 9（B）に示すように、第 1 方向に延びる複数の分割予定ライン 13 に沿って複数の小片 21 に分割される。

【0093】

第 1 方向に延びる全ての分割予定ライン 13 に沿って、被加工物 11 が複数の小片 21 に分割された後は、複数の静電吸着部材 74 に対して被加工物 11 を相対的に回転させる。具体的には、まず、複数の静電吸着部材 74 に保持されている被加工物 11 の上面側（本実施形態では、表面 11a 側）を搬送ユニット 96 で吸着、保持する。併せて、スイッチ 92 を非導通状態に切り替える。

20

【0094】

次に、搬送ユニット 96 を上昇させて、各静電吸着部材 74 と被加工物 11 とを相対的に回転させる。具体的には、第 1 方向に交差する第 2 方向（本実施形態では、第 1 方向に対して直交する方向）に延びる分割予定ライン 13（第 2 分割予定ライン）を、隣接する 2 個の静電吸着部材 74 の隙間に合わせるように、複数の静電吸着部材 74 と被加工物 11 とを相対的に回転させる。そして、搬送ユニット 96 を下降させ、被加工物 11 の下面側（本実施形態では、裏面 11b 側）を再び複数の静電吸着部材 74 の上面 74a に接触させる。

30

【0095】

その後、搬送ユニット 96 による被加工物 11 の吸着、保持を解除することで、被加工物 11 を複数の静電吸着部材 74 に再び載せることができる。なお、静電吸着部材 74 に被加工物 11 を再び載せる前には、回転駆動源 82a, 82b で弾性シート 76a, 76b に掛かる張力を調整し、静電吸着部材 74 の配列される周期（繰り返し周期）を第 2 方向に延びる分割予定ライン 13 の配列される周期（繰り返し周期）に合わせておく。

【0096】

被加工物 11 を再び静電吸着部材 74 に載せた後は、複数の静電吸着部材 74 で被加工物 11 を吸着、保持する。具体的には、スイッチ 92 を非導通状態から導通状態に切り替えて、直流電源 94 の電圧を各静電吸着部材 74 の電極に印加する。これにより、各静電吸着部材 74 の周りに電界が発生し、その効果として、被加工物 11 と各静電吸着部材 74 との間に静電気の力が作用する。この静電気の力によって、被加工物 11 は、各静電吸着部材 74 に吸着、保持される。

40

【0097】

本実施形態では、各静電吸着部材 74 と被加工物 11 とを相対的に回転させることによって、第 2 方向に延びる分割予定ライン 13 の位置を、隣接する 2 個の静電吸着部材 74 の隙間に相当する位置に合わせている。そのため、各静電吸着部材 74 の周りに電界を発生

50

させると、第2方向に延びる複数の分割予定ライン13によって分けられる複数の部分（分割後の小片に対応する部分）が、それぞれ、静電吸着部材74によって吸着、保持される。

【0098】

複数の静電吸着部材74で被加工物11を吸着、保持した後は、第2方向に延びる複数の分割予定ライン13に沿って被加工物11を複数の小片に分割する。具体的には、弾性シート76a, 76bを巻き取る方向にローラー80a, 80bを回転させて、弾性シート76a, 76bに掛かる張力（所定の方

【0099】

すなわち、所定の方

10

【0100】

上述のように、第2方向に延びる複数の分割予定ライン13には、それぞれ、分割の起点となる改質層19が形成されている。この改質層19は、被加工物11の他の領域に比べて脆い。そのため、被加工物11は、各静電吸着部材74を介して伝わる力によって、第2方向に延びる複数の分割予定ライン13に沿って複数の小片に分割される。全ての分割予定ライン13に沿って被加工物11が個々のチップへと分割されると、分割ステップは終了する。

20

【0101】

以上のように、本実施形態に係るチップの製造方法では、被加工物（ワーク）11をチャックテーブル（保持テーブル）6で直に保持した状態で、集光点を第1深さの位置に位置付けるように被加工物11のチップ領域11cにのみレーザビーム17を照射して、チップ領域11cの分割予定ライン13に沿って改質層19（第1改質層19a）を形成し、また、集光点を第2深さの位置及び第3深さの位置に位置づけるようにレーザビーム17を照射して、第1深さの位置に形成される改質層19より長く外周余剰領域11dに端部が重なる改質層19（第2改質層19b及び第3改質層19c）を分割予定ライン13に沿って形成した後、分割予定ライン13により分けられる被加工物11の複数の部分をそれぞれ複数の静電吸着部材（保持部）74で保持し、複数の静電吸着部材74に対して互いに離れる方向に相対的に移動させる力を付与して被加工物11を複数の分割予定ライン13に沿って分割する方法で、被加工物11を個々のチップへと分割するので、被加工物11に力を加えて個々のチップへと分割するためにエキスパンドシートを用いる必要がない。このように、本実施形態に係るチップの製造方法によれば、エキスパンドシートを用いることなく板状の被加工物11であるシリコンウェーハを分割して複数のチップを製造できる。

30

【0102】

また、本実施形態に係るチップの製造方法では、被加工物11のチップ領域11cにのみレーザビーム17を照射して分割予定ライン13に沿う改質層19（第1改質層19a）を形成するとともに、外周余剰領域11dを改質層19が形成されていない補強部とする

40

【0103】

なお、本発明は、上記実施形態等の記載に制限されず種々変更して実施可能である。例えば、上記実施形態では、第1レーザ加工ステップの後に第2レーザ加工ステップを行っているが、第2レーザ加工ステップの後に第1レーザ加工ステップを行うようにしても良い。更に、第2改質層19bを形成する第2改質層形成ステップと、第3改質層19cを形成する第3改質層形成ステップとの順序を入れ替えても良い。

【0104】

50

また、上記実施形態では、対象の１本の分割予定ライン１３に対して第１レーザ加工ステップを行った後に、同じ１本の分割予定ライン１３に対して第２レーザ加工ステップを行っているが、本発明は、この態様に制限されない。例えば、複数の分割予定ライン１３に対して第１改質層１９ａを形成する第１レーザ加工ステップ（第１改質層形成ステップ）を行った後に、複数の分割予定ライン１３に対して第２レーザ加工ステップを行うこともできる。

【０１０５】

なお、この場合には、複数の分割予定ライン１３に対して第２改質層１９ｂを形成する第２レーザ加工ステップ（第２改質層形成ステップ）を行ってから、複数の分割予定ライン１３に対して第３改質層１９ｃを形成する第２レーザ加工ステップ（第３改質層形成ステップ）を行うと良い。

10

【０１０６】

より具体的には、例えば、まず、第１方向に平行な全ての分割予定ライン１３に対して第１改質層１９ａを形成する第１改質層形成ステップを行う。次に、第１方向に平行な全ての分割予定ライン１３に対して第２改質層１９ｂを形成する第２改質層形成ステップを行う。そして、第１方向に平行な全ての分割予定ライン１３に対して第３改質層１９ｃを形成する第３改質層形成ステップを行う。

【０１０７】

その後、第１方向とは異なる第２方向に平行な全ての分割予定ライン１３に対して第１改質層１９ａを形成する第１改質層形成ステップを行う。次に、第２方向に平行な全ての分割予定ライン１３に対して第２改質層１９ｂを形成する第２改質層形成ステップを行う。そして、第２方向に平行な全ての分割予定ライン１３に対して第３改質層１９ｃを形成する第３改質層形成ステップを行う。

20

【０１０８】

なお、この場合にも、第２レーザ加工ステップ（第２改質層形成ステップ及び第３改質層形成ステップ）の後に第１レーザ加工ステップ（第１改質層形成ステップ）を行うことができる。同様に、第２改質層１９ｂを形成する第２改質層形成ステップと、第３改質層１９ｃを形成する第３改質層形成ステップとの順序を入れ替えても良い。

【０１０９】

また、上記実施形態では、被加工物１１の裏面１１ｂ側をチャックテーブル６で直に保持して、表面１１ａ側からレーザビーム１７を照射しているが、被加工物１１の表面１１ａ側をチャックテーブル６で直に保持して、裏面１１ｂ側からレーザビーム１７を照射しても良い。

30

【０１１０】

図１０は、変形例に係る保持ステップについて説明するための断面図である。この変形例に係る保持ステップでは、図１０に示すように、例えば、ポリエチレンやエポキシ等の樹脂に代表される柔軟な材料でなる多孔質状のシート（ポラスシート）４４によって上面が構成されたチャックテーブル（保持テーブル）６を用いると良い。

【０１１１】

このチャックテーブル６では、シート４４の上面４４ａで被加工物１１の表面１１ａ側を吸引、保持することになる。これにより、表面１１ａ側に形成されているデバイス等の破損を防止できる。このシート４４はチャックテーブル６の一部であり、チャックテーブル６の本体等とともに繰り返し使用される。

40

【０１１２】

ただし、チャックテーブル６の上面は、上述した多孔質状のシート４４によって構成されている必要はなく、少なくとも、被加工物１１の表面１１ａ側に形成されているデバイス等を傷つけない程度に柔軟な材料で構成されていれば良い。また、シート４４は、チャックテーブル６の本体に対して着脱できるように構成され、破損した場合等に交換できることが望ましい。

【０１１３】

50

また、上記実施形態では、搬出ステップの後、分割ステップの前に、補強部除去ステップを行っているが、例えば、第１レーザ加工ステップ及び第２レーザ加工ステップの後、搬出ステップの前に、補強部除去ステップを行っても良い。

【０１１４】

また、補強部除去ステップを省略することもできる。上記実施形態の第２レーザ加工ステップでは、外周余剰領域１１ｄに端部が重なる改質層１９（第２改質層１９ｂ及び第３改質層１９ｃ）を、分割予定ライン１３に沿って形成している。そのため、改質層１９と外周余剰領域１１ｄとが重ならない場合に比べて、外周余剰領域１１ｄは分割され易い。よって、補強部除去ステップを行わなくとも、分割ステップでチップ領域１１ｃを外周余剰領域１１ｄとともに分割することが可能になる。

10

【０１１５】

なお、この場合には、例えば、被加工物１１の外周縁から改質層１９の端までの距離が２ｍｍ～３ｍｍ程度になるように、第２レーザ加工ステップで改質層１９を形成する範囲を調整すると良い。また、例えば、分割ステップでチップ領域１１ｃを分割する前に、補強部に分割の起点となる溝を形成しても良い。図１１（Ａ）は、変形例に係る分割ステップについて説明するための断面図であり、図１１（Ｂ）は、変形例に係る分割ステップでチップ領域１１ｃを分割する前の被加工物１１の状態を模式的に示す平面図である。

【０１１６】

変形例に係る分割ステップでは、分割装置７２で被加工物１１を個々のチップへと分割する前に、上述した切削装置５２を用いて分割の起点となる溝を形成する。具体的には、図１１（Ａ）及び図１１（Ｂ）に示すように、外周余剰領域１１ｄ（すなわち、補強部）に切削ブレード６６を切り込ませて、分割の起点となる溝１１ｅを形成する。この溝１１ｅは、例えば、分割予定ライン１３に沿って形成されることが望ましい。このような溝１１ｅを形成することにより、上述した分割装置７２で被加工物１１を外周余剰領域１１ｄごと分割できるようになる。なお、変形例に係る分割ステップでは、切削装置５２が備えるチャックテーブル５４の吸引路５４ｃやバルブ６０等を省略できる。

20

【０１１７】

また、上記実施形態の分割ステップでは、被加工物１１の裏面１１ｂ側を下方に向けて、この裏面１１ｂ側を複数の静電吸着部材７４で吸着、保持しているが、被加工物１１の表面１１ａ側を下方に向けて、この表面１１ａ側を複数の静電吸着部材７４で吸着、保持しても良い。

30

【０１１８】

また、上記実施形態の分割装置７２では、弾性シート７６ａ、７６ｂ、ローラー８０ａ、８０ｂ、及び回転駆動源８２ａ、８２ｂを用いて、複数の静電吸着部材７４に力を付与しているが、この力を付与する付与機構の構造等に特段の制限はない。同様に、上記実施形態の分割装置７２では、静電気の力で被加工物１１を吸着、保持する複数の静電吸着部材７４を用いているが、この複数の静電吸着部材７４に代えて、真空吸着等の方法で被加工物１１を吸着、保持する複数の吸着部材（保持部）を用いることもできる。

【０１１９】

また、分割装置７２が備える静電吸着部材（保持部）７４の数や形状等にも特段の制限はない。例えば、分割装置７２は、少なくとも１本の分割予定ライン１３に対応する一対の静電吸着部材７４を備えていれば良い。言い換えれば、分割装置７２は、少なくとも２以上の静電吸着部材７４を有していれば良い。

40

【０１２０】

分割装置７２が備える静電吸着部材７４の数が少ない場合には、例えば、第１方向（又は第２方向）に延びる任意の分割予定ライン１３に沿って被加工物１１を分割した後に、静電吸着部材７４に対して被加工物１１をずらして置き直し、別の分割予定ライン１３に沿って被加工物１１を分割することになる。このような分割装置７２は、汎用性が高いので、分割予定ライン１３の数や配置等が異なる被加工物１１にも容易に対応できる。

【０１２１】

50

その他、上記実施形態及び変形例に係る構造、方法等は、本発明の目的の範囲を逸脱しない限りにおいて適宜変更して実施できる。

【符号の説明】

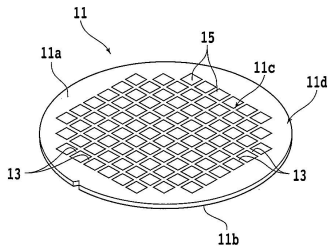
【 0 1 2 2 】

1 1	被加工物（ワーク）	
1 1 a	表面	
1 1 b	裏面	
1 1 c	チップ領域	
1 1 d	外周余剰領域	
1 3	分割予定ライン（ストリート）	10
1 5	領域	
1 7	レーザビーム	
1 9	改質層	
1 9 a	第1改質層	
1 9 b	第2改質層	
1 9 c	第3改質層	
2 1	小片	
2	レーザ加工装置	
4	基台	
6	チャックテーブル（保持テーブル）	20
6 a	保持面	
6 b	吸引路	
8	水平移動機構	
1 0	X軸ガイドレール	
1 2	X軸移動テーブル	
1 4	X軸ボールネジ	
1 6	X軸パルスモータ	
1 8	X軸スケール	
2 0	Y軸ガイドレール	
2 2	Y軸移動テーブル	30
2 4	Y軸ボールネジ	
2 6	Y軸パルスモータ	
2 8	Y軸スケール	
3 0	支持台	
3 2	バルブ	
3 4	吸引源	
3 6	支持構造	
3 8	支持アーム	
4 0	レーザ照射ユニット	
4 2	カメラ	40
4 4	シート（ポラスシート）	
4 4 a	上面	
5 2	切削装置	
5 4	チャックテーブル（保持テーブル）	
5 4 a	保持面	
5 4 b	吸引路	
5 4 c	吸引路	
5 6	バルブ	
5 8	吸引源	
6 0	バルブ	50

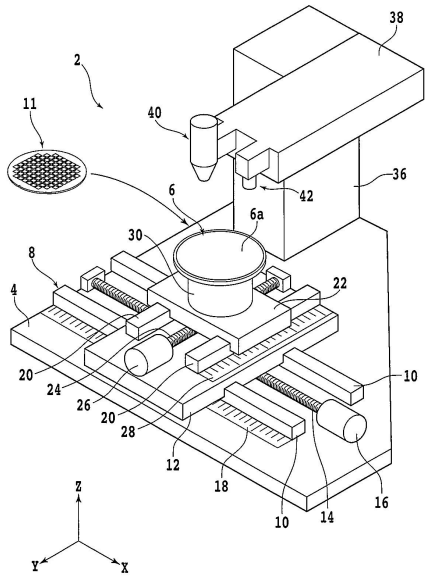
- 6 2 切削ユニット
- 6 4 スピンドル
- 6 6 切削ブレード
- 7 2 分割装置
- 7 4 静電吸着部材（保持部）
- 7 4 a 上面（吸着面）
- 7 4 b 下面
- 7 6 a , 7 6 b 弾性シート（付与機構）
- 7 8 接着剤
- 8 0 a , 8 0 b ロールー（付与機構）
- 8 2 a , 8 2 b 回転駆動源（付与機構）
- 8 4 a , 8 4 b 心材
- 8 6 a , 8 6 b 導電部材
- 8 8 絶縁部材
- 9 0 配線
- 9 2 スイッチ
- 9 4 直流電源（電源ユニット）
- 9 6 搬送ユニット

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

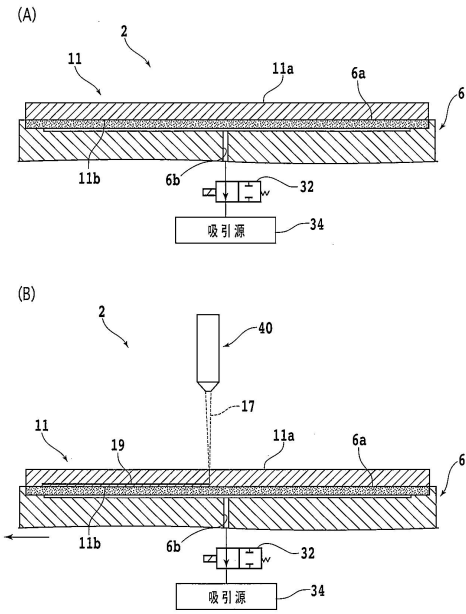
20

30

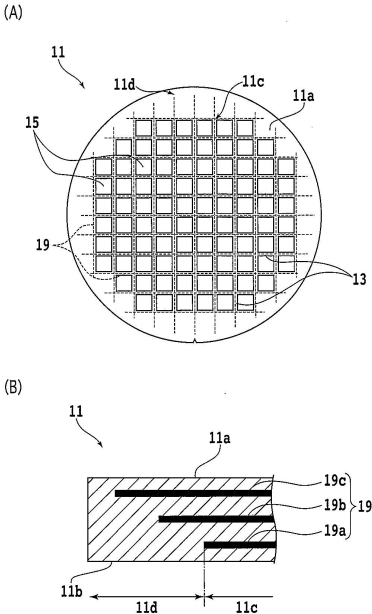
40

50

【図 3】



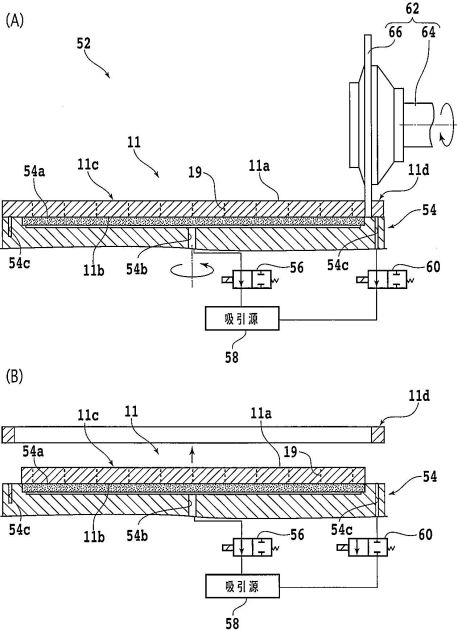
【図 4】



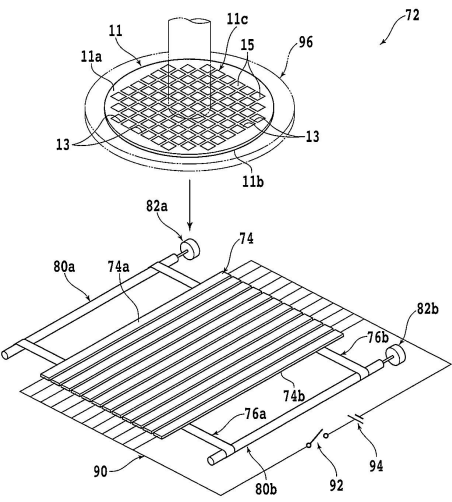
10

20

【図 5】



【図 6】

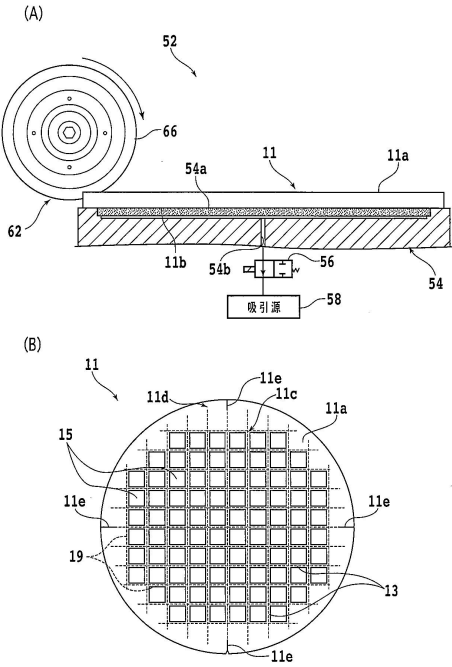


30

40

50

【図 11】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

審査官 空 哲次

- (56)参考文献 特開 2 0 1 3 - 1 3 5 0 2 6 (J P , A)
特開 2 0 1 2 - 1 3 0 9 5 2 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 2 6 3 7 5 4 (J P , A)
特開 2 0 1 0 - 3 8 1 7 (J P , A)
特開 2 0 1 7 - 5 9 6 8 4 (J P , A)
特開 2 0 0 8 - 2 8 3 0 2 5 (J P , A)
国際公開第 2 0 0 7 / 0 5 5 2 7 0 (WO , A 1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
H 0 1 L 2 1 / 3 0 1
B 2 3 K 2 6 / 5 3