

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7058905号
(P7058905)

(45)発行日 令和4年4月25日(2022.4.25)

(24)登録日 令和4年4月15日(2022.4.15)

(51)国際特許分類

C 0 3 B	33/09 (2006.01)	C 0 3 B	33/09	
H 0 1 L	21/301 (2006.01)	H 0 1 L	21/78	B
H 0 1 L	21/304 (2006.01)	H 0 1 L	21/78	V
B 2 3 K	26/53 (2014.01)	H 0 1 L	21/304	6 0 1 Z
B 2 8 D	1/24 (2006.01)	B 2 3 K	26/53	

請求項の数 3 (全18頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願2017-182990(P2017-182990)
(22)出願日	平成29年9月22日(2017.9.22)
(65)公開番号	特開2019-59628(P2019-59628A)
(43)公開日	平成31年4月18日(2019.4.18)
審査請求日	令和2年7月3日(2020.7.3)

(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
(72)発明者	株式会社ディスコ内 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、を表面に有するガラス基板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、

該表面又は裏面が上方に露出するようにガラス基板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、ガラス基板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ガラス基板の内部の第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ガラス基板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、

該保持ステップ及び該第1レーザ加工ステップを実施した後に、ガラス基板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ガラス基板の内部の該第1深さの位置より上方の第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ガラス基板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、ガラス基板に力を付与してガラス基板を個々の該チップ

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、加熱と冷却とにより該力を付与してガラス基板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】

該分割ステップでは、該補強部を除去することなくガラス基板に力を付与してガラス基板を個々の該チップへと分割す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】

該第 2 レーザ加工ステップでは、ガラス基板の外周縁から端までの距離が 2 mm ~ 3 mm となるように該第 2 改質層を形成することを特徴とする請求項 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。

【先行技術文献】

【特許文献】

30

【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、を表面に有するガラス基板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、該表面又は裏面が上方に露出するようにガラス基板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

50

ップを実施した後に、ガラス基板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ガラス基板の内部の第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ガラス基板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、該保持ステップ及び該第1レーザ加工ステップを実施した後に、ガラス基板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ガラス基板の内部の該第1深さの位置より上方の第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ガラス基板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、ガラス基板に力を付与してガラス基板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、加熱と冷却とにより該力を付与してガラス基板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。

【0008】

本発明の一態様において、該分割ステップでは、該補強部を除去することなくガラス基板に力を付与してガラス基板を個々の該チップへと分割しても良い。また、本発明の一態様において、該第2レーザ加工ステップでは、ガラス基板の外周縁から端までの距離が2m m ~ 3mmとなるように該第2改質層を形成しても良い。

10

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、ガラス基板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ガラス基板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、加熱と冷却とにより力を付与してガラス基板を個々のチップへと分割するので、ガラス基板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であるガラス基板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、ガラス基板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ガラス基板が個々のチップへと分割されてしまい、ガラス基板を適切に搬送できなくなることもない。

【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。

40

【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。

【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】分割ステップについて説明するための断面図である。

50

【図7】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8】図8(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8(B)は、変形例に係る分割ステップの後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】

【0012】

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6参照)を含む。10

【0013】

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。

【0014】

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、加熱と冷却とにより力を付与して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。20

【0015】

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(LiTa₃)、ニオブ酸リチウム(LiNb₃)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。30

【0016】

被加工物11の表面11a側は、交差する複数の分割予定ライン(ストリート)13で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。40

【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】

10

20

30

40

50

被加工物 1 1 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 1 1 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 1 1 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、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。

【 0 0 2 0 】

被加工物 1 1 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（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 1 1 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 1 5 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 1 5 には、デバイスが形成されていなくても良い。

10

【 0 0 2 1 】

本実施形態に係るチップの製造方法では、被加工物 1 1 として円盤状のガラス基板を用い、複数のチップを製造する。具体的には、まず、この被加工物 1 1 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。

【 0 0 2 2 】

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 1 1 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 1 0 を備えている。

20

【 0 0 2 3 】

X 軸ガイドレール 1 0 には、X 軸移動テーブル 1 2 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 1 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、X 軸ガイドレール 1 0 に概ね平行な X 軸ボールネジ 1 4 が螺合されている。

【 0 0 2 4 】

X 軸ボールネジ 1 4 の一端部には、X 軸パルスモータ 1 6 が連結されている。X 軸パルスモータ 1 6 で X 軸ボールネジ 1 4 を回転させることにより、X 軸移動テーブル 1 2 は X 軸ガイドレール 1 0 に沿って X 軸方向に移動する。X 軸ガイドレール 1 0 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 1 2 の位置を検出するための X 軸スケール 1 8 が設置されている。

30

【 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。

40

【 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。

【 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

50

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。

【 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。

10

【 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。

20

【 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。

【 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。

30

【 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。

40

【 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

50

分割予定ライン 13 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 13 上の 2箇所に存在するチップ領域 11c と外周余剰領域 11dとの境界の一方の直上にレーザ照射ユニット 40 が到達したタイミングで、このレーザ照射ユニット 40 からレーザビーム 17 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 11 の上方に配置されたレーザ照射ユニット 40 から、被加工物 11 の表面 11a に向けてレーザビーム 17 が照射される。

【 0 0 3 8 】

このレーザビーム 17 の照射は、レーザ照射ユニット 40 が、対象となる分割予定ライン 13 上の 2箇所に存在するチップ領域 11c と外周余剰領域 11d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 13 に沿ってチップ領域 11c 内にのみレーザビーム 17 を照射する。

10

【 0 0 3 9 】

また、このレーザビーム 17 は、被加工物 11 の内部の表面 11a (又は裏面 11b) から第 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 11 に対して透過性を有する波長のレーザビーム 17 を、被加工物 11 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 11 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 19 (第 1 改質層 19a) を形成できる (第 1 改質層形成ステップ) 。

【 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 13 に沿ってチップ領域 11c 内にのみレーザビーム 17 を照射するので、対象の分割予定ライン 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) 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 11d に改質層 19 (第 1 改質層 19a) が形成されない。

20

【 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 13 に沿って第 1 深さとは異なる深さの位置に改質層 19 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 13 の延長線上にレーザ照射ユニット 40 が存在するので、このレーザ照射ユニット 40 の位置を分割予定ライン 13 に合わせて調整する必要はない。

30

【 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 13 の延びる方向) に移動させる。次に、被加工物 11 の外周余剰領域 11d に設定された照射開始点の直上にレーザ照射ユニット 40 が到達したタイミングで、このレーザ照射ユニット 40 からレーザビーム 17 の照射を開始する。

【 0 0 4 3 】

本実施形態では、第 1 レーザ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 に向けてレーザビーム 17 が照射される。このレーザビーム 17 の照射は、レーザ照射ユニット 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。

40

【 0 0 4 4 】

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 にレーザビーム 17 を照射する。また、このレーザビーム 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。

【 0 0 4 5 】

これにより、第 1 レーザ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

50

位置に改質層 19 (第2改質層 19b) を形成した後には、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。

10

【0047】

例えば、第1レーザ加工ステップで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。

20

【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

レーザビームの波長：1340 nm

レーザビームの繰り返し周波数：90 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)：180 mm/s ~ 1000 mm/s、代表的には、500 mm/s

30

【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

40

【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】

50

被加工物 1 1 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 1 9 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

【 0 0 5 3 】

被加工物 1 1 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 1 9 が形成される。

10

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

【 0 0 5 4 】

被加工物 1 1 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 1 9 が形成される。

20

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

【 0 0 5 5 】

被加工物 1 1 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 1 9 が形成される。

被加工物：シリコンカーバイド基板

30

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

【 0 0 5 6 】

対象の分割予定ライン 1 3 に沿って改質層 1 9 を形成した後には、残りの全ての分割予定ライン 1 3 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 1 3 に沿って改質層 1 9 を形成できる。

40

【 0 0 5 7 】

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 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) を形成し、外周余剰領域 1 1 d には改質層 1 9 (第 1 改質層 1 9 a) を形成しないので、この外周余剰領域 1 1 d によって被加工物 1 1 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 1 1 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 1 1 d は、チップ領域 1 1 を補強するための補強部として機能する。

【 0 0 5 8 】

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 1 1 d に改質層 1 9 (第 1 改質層 1 9 a) を形成しないので、例えば、改質層 1 9 から伸長するクラックが表面 1

50

1 a 及び裏面 1 1 b の両方に到達し、被加工物 1 1 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 1 1 に改質層 1 9 が形成されると、この改質層 1 9 の近傍で被加工物 1 1 は膨張する。本実施形態では、改質層 1 9 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 1 1 d 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。

【 0 0 5 9 】

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 1 1 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 1 1 の表面 1 1 a (又は、裏面 1 1 b) 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 1 1 の表面 1 1 a の全体を吸着してから、バルブ 3 2 を閉じて吸引源 3 4 の負圧を遮断し、被加工物 1 1 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 1 1 d 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 1 1 が個々のチップへと分割されてしまい、被加工物 1 1 を適切に搬送できなくなることはない。

10

【 0 0 6 0 】

搬出ステップの後には、被加工物 1 1 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) に示す分割装置 5 2 を用いて行われる。

20

【 0 0 6 1 】

分割装置 5 2 は、被加工物 1 1 を吸引、保持するためのチャックテーブル (保持テーブル) 5 4 を備えている。このチャックテーブル 5 4 の上面の一部は、被加工物 1 1 のチップ領域 1 1 c を吸引、保持する保持面 5 4 a になっている。保持面 5 4 a は、チャックテーブル 5 4 の内部に形成された吸引路 5 4 b やバルブ 5 6 等を介して吸引源 5 8 に接続されている。また、この保持面 5 4 a の下方には、ヒータ (加熱ユニット) 5 4 c が配置されている。

【 0 0 6 2 】

チャックテーブル 5 4 の上面の別の一部には、被加工物 1 1 の外周余剰領域 1 1 d (すなわち、補強部) を吸引、保持するための吸引路 5 4 d の一端が開口している。吸引路 5 4 d の他端側は、バルブ 6 0 等を介して吸引源 5 8 に接続されている。このチャックテーブル 5 4 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。

30

【 0 0 6 3 】

チャックテーブル 5 4 の上方には、切削ユニット 6 2 が配置されている。切削ユニット 6 2 は、保持面 5 4 a に対して概ね平行な回転軸となるスピンドル 6 4 を備えている。スピンドル 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。

40

【 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。

【 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

50

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 に対してエキスバ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。

【 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。

10

【 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、加熱及び冷却により応力を生じさせて被加工物 1 1 を分割する。図 6 は、分割ステップについて説明するための断面図である。なお、図 6 では、一部の構成要素を機能ブロックで示している。

【 0 0 7 0 】

分割ステップは、引き続き分割装置 5 2 を用いて行われる。図 6 に示すように、分割装置 5 2 は、チャックテーブル 5 4 の上方に配置されたノズル (冷却ユニット) 6 8 を更に備えている。本実施形態の分割ステップでは、チャックテーブル 5 4 に設けられたヒータ 5 4 c で被加工物 1 1 を加熱した後に、このノズル 6 8 から冷却用の流体 2 1 を供給して被加工物 1 1 を冷却することで、被加工物 1 1 の分割に必要な応力を生じさせる。

20

【 0 0 7 1 】

冷却用の流体 2 1 としては、例えば、水等の液体や、エア等の気体を用いることができる。流体 2 1 として液体を用いる場合には、この液体を凍結しない程度に低い温度 (例えば、凝固点より 0 . 1 ~ 1 0 ほど高い温度) まで冷却しておいても良い。ただし、流体 2 1 の種類や流量、温度等に特段の制限はない。例えば、気化することによって更に熱を奪うことのできる液体窒素等の低温の液体を用いても良い。

30

【 0 0 7 2 】

ヒータ 5 4 c を作動させて被加工物 1 1 を加熱した後に、ノズル 6 8 から冷却用の流体 2 1 を供給して被加工物 1 1 を冷却すると、被加工物 1 1 の内部に発生する応力によって改質層 1 9 からクラック 2 3 が伸長する。これにより、被加工物 1 1 は分割予定ライン 1 3 に沿って複数のチップ 2 5 へと分割される。

【 0 0 7 3 】

加熱及び冷却の条件 (温度、時間等) は、被加工物 1 1 の種類等に応じて設定される。また、ヒータ 5 4 c による被加工物 1 1 の加熱と、ノズル 6 8 から供給される液体 2 1 による被加工物 1 1 の冷却とは、被加工物 1 1 が適切に分割されるまで繰り返されることが望ましい。

40

【 0 0 7 4 】

このように、本実施形態では、加熱及び冷却によって必要な力を付与することで、被加工物 1 1 を個々のチップ 2 5 へと分割できる。なお、本実施形態では、被加工物 1 1 を加熱した後に冷却しているが、被加工物 1 1 を冷却した後に加熱しても良い。加熱及び冷却の方法にも、特段の制限はない。

【 0 0 7 5 】

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) 1 1 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 1 1 のチップ領域 1 1 c にのみレーザビーム 1 7 を照射して、チップ領域 1 1 c の分割予定ライン 1 3 に沿って改質層 1 9 (第 1 改質層 1 9 a) を形成し、

50

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、加熱と冷却とにより力を付与して被加工物11を個々のチップ25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25へと分割するためにエキスバ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、エキスバンドシートを用いることなく板状の被加工物11であるガラス基板を分割して複数のチップ25を製造できる。

【0076】

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ので、この補強部によってチップ領域11c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11が個々のチップ25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もない。

【0077】

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良い。

【0078】

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ができる。

【0079】

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。

【0080】

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。

【0081】

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。

【0082】

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良い。

10

20

30

40

50

【0083】

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。

【0084】

図7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7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(ポーラスシート)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。

10

【0085】

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。

【0086】

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。

20

【0087】

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。なお、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う場合には、補強部除去ステップの後に被加工物11を搬送する必要がないので、被加工物11を適切に搬送できなくなる等の不具合を回避し易い。

【0088】

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。

30

【0089】

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8(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8(B)は、変形例に係る分割ステップの後の被加工物11の状態を模式的に示す平面図である。

40

【0090】

変形例に係る分割ステップでは、図8(A)及び図8(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を形成することで、熱衝撃によって被加工物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、チャックテーブル54の吸引路54dやバルブ60等を省略できる。

【0091】

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】

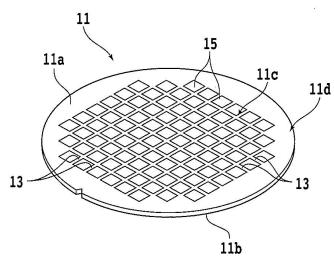
【0092】

1 1	被加工物 (ワーク)	10
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)	
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	流体	
2 3	クラック	
2 5	チップ	
2	レーザ加工装置	20
4	基台	
6	チャックテーブル (保持テーブル)	
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	30
2 2	Y軸移動テーブル	
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	40
4 0	レーザ照射ユニット	
4 2	カメラ	
4 4	シート (ポーラスシート)	
4 4 a	上面	
5 2	分割装置	
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	ヒータ (加熱ユニット)	
5 4 d	吸引路	50

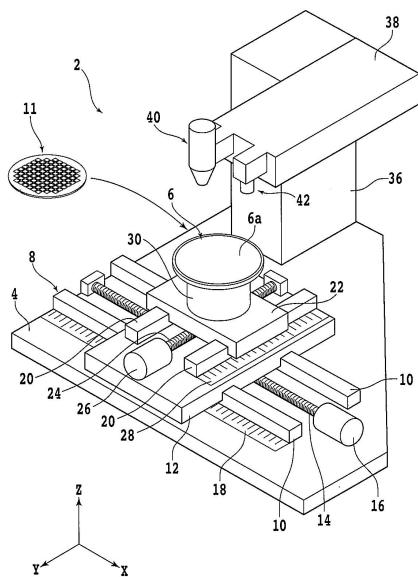
- 5 6 バルブ
 5 8 吸引源
 6 0 バルブ
 6 2 切削ユニット
 6 4 スピンドル
 6 6 切削ブレード
 6 8 ノズル(冷却ユニット)

【図面】

【図1】



【図2】



10

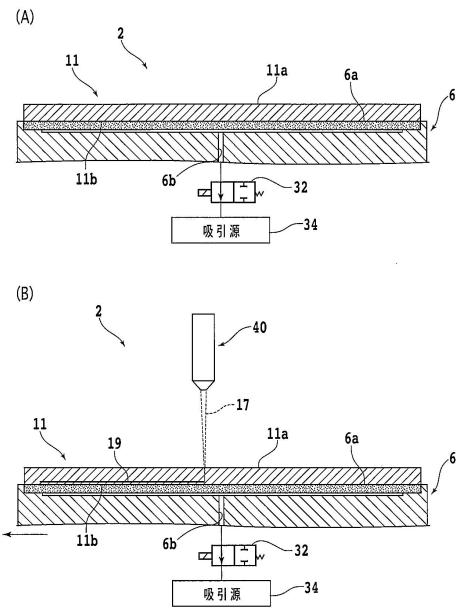
20

30

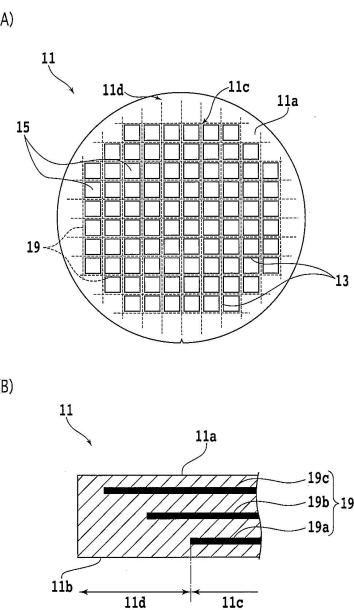
40

50

【図3】



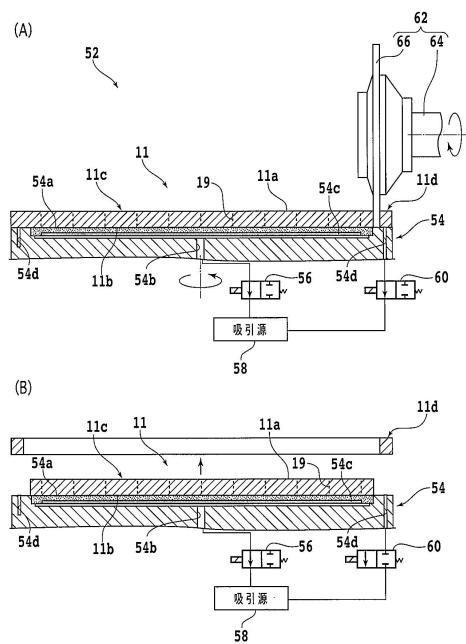
【図4】



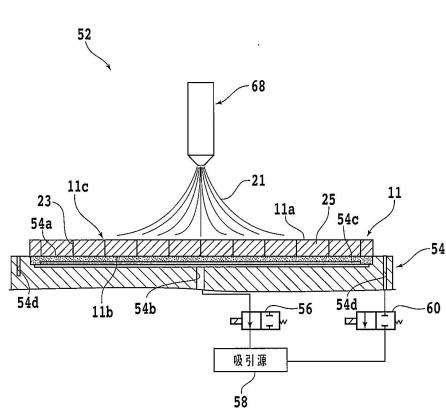
10

20

【図5】



【図6】

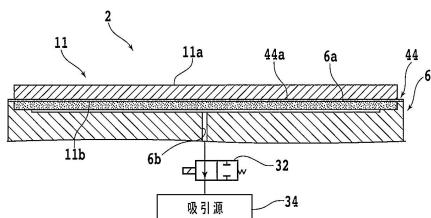


30

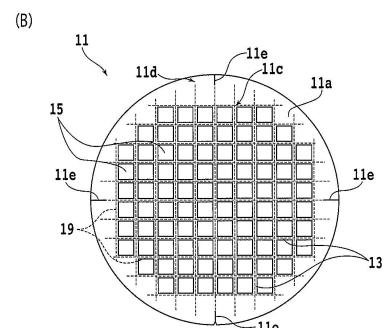
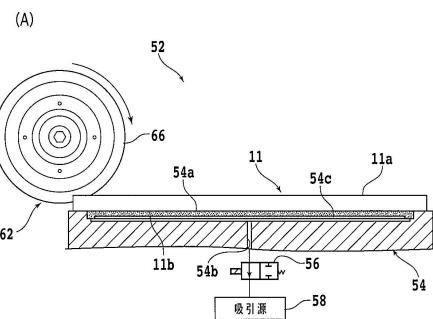
40

50

【図7】



【図8】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I
B 2 8 D 1/24

審査官 若土 雅之

(56)参考文献 特開2008-153420 (JP, A)

米国特許出願公開第2013/0323469 (US, A1)

特開2013-152990 (JP, A)

特開2005-286218 (JP, A)

特開2013-229403 (JP, A)

特開2013-236001 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

B 2 3 K 2 6 / 0 0 - 2 6 / 7 0

B 2 8 D 1 / 0 0 - 7 / 0 4

C 0 3 B 2 3 / 0 0 - 3 5 / 2 6

4 0 / 0 0 - 4 0 / 0 4

H 0 1 L 2 1 / 3 0 1

2 1 / 3 0 4

2 1 / 4 6 3

2 1 / 7 8