

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7102065号
(P7102065)

(45)発行日 令和4年7月19日(2022.7.19)

(24)登録日 令和4年7月8日(2022.7.8)

(51)国際特許分類

H 01 L	21/301 (2006.01)	F I	H 01 L	21/78	Q
H 01 L	21/304 (2006.01)		H 01 L	21/78	B
B 23 K	26/53 (2014.01)		H 01 L	21/78	V
			H 01 L	21/304	6 0 1 Z
			B 23 K	26/53	

請求項の数 3 (全18頁)

(21)出願番号	特願2018-117127(P2018-117127)
(22)出願日	平成30年6月20日(2018.6.20)
(65)公開番号	特開2019-220581(P2019-220581)
	A)
(43)公開日	令和1年12月26日(2019.12.26)
審査請求日	令和3年4月1日(2021.4.1)

(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、

該表面と裏面との一方が上方に位置付けられるように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に位置づけるように該チップ領域と該外周余剰領域との境界に沿って該レーザビームを照射し、該境界に沿って第2改質層を形成する第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該補強部を含む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、シートが貼られていない被加工物に超音波振動を付与して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。

該保持ステップ、該第1レーザ加工ステップ、該第2レーザ加工ステップ、該搬出ステップ、該分割ステップ、及び該補強部除去ステップは、いずれも、該表面と該裏面との該一方が上方に位置付けられた状態で実施され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該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。

【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。

【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バンドシート(エキスバンドテープ)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、エキスバ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バ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】

【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バンドシートを拡張する方法では、使用後のエキスバ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バンドシートは、価格も高いので、そのようなエキスバ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。

【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、エキスバ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

10

20

30

40

50

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、表面に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、該表面と裏面との一方が上方に位置付けられるように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に位置づけるように該チップ領域と該外周余剰領域との境界に沿って該レーザビームを照射し、該境界に沿って第2改質層を形成する第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該補強部を含む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、シートが貼られていない被加工物に超音波振動を付与して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。

【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、該保持ステップ、該第1レーザ加工ステップ、該第2レーザ加工ステップ、該搬出ステップ、該分割ステップ、及び該補強部除去ステップは、いずれも、該表面と該裏面との該一方が上方に位置付けられた状態で実施されても良い。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該表面側を保持しても良い。

【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、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改質層を形成し、チップ領域と外周余剰領域との境界にレーザビームを照射して、境界に沿う第2改質層を形成した後、超音波振動を付与して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ピ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、エキスピ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。

【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。

【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について説明するための断面図である。

【図4】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5】図5(A)は、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5(B)は、改質層の状態を模式的に示す断面図である。

【図6】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7】図7(A)及び図7(B)は、分割ステップについて説明するための断面図であ

10

20

30

40

50

る。

【図8】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9】図9(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9(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】

【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)等参照)、第2レーザ加工ステップ(図4等参照)、搬出ステップ、補強部除去ステップ(図6参照)、及び分割ステップ(図7(A)及び図7(B)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改質層(第1改質層)を形成するとともに、外周余剰領域を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、チップ領域と外周余剰領域との境界に沿って改質層(第2改質層)を形成する。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、超音波振動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】

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

10

20

30

40

50

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 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

50

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。

【 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。

20

【 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 に対してエキスピ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、レーザビーム 1 7 を分割予定ライン 1 3 に沿って照射し、改質層 (第 1 改質層) を形成する第 1 レーザ加工ステップ、及びレーザビーム 1 7 をチップ領域 1 1 c と外周余剰領域 1 1 d との境界に沿って照射し、改質層 (第 2 改質層) を形成する第 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について説明するための断面図であり、図 4 は、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 5 (A) は、改質層 1 9 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 5 (B) は、改質層 1 9 を模式的に示す断面図である。なお、図 3 (B) 及び図 4 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 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照射ユニット 4 0 が到達したタイミングで、このレーザ照射ユニット 4 0 から被加工物 1 1 に対して透過性を有する波長のレーザビーム 1 7 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 に向けてレーザビーム 1 7 が照射される。

【 0 0 3 8 】

このレーザビーム 1 7 の照射は、レーザ照射ユニット 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 内にのみレーザビーム 1 7 を照射する。

10

【 0 0 3 9 】

また、このレーザビーム 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) から所定の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 (改質層 1 9 a 等) を形成できる。

【 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 が形成される。すなわち、図 5 (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 が形成されない。

20

【 0 0 4 1 】

対象の分割予定ライン 1 3 に沿って所定の深さの位置に改質層 1 9 を形成した後には、同様の手順で、対象の分割予定ライン 1 3 に沿って別の深さの位置に改質層 1 9 を形成する。本実施形態では、図 5 (B) に示すように、例えば、被加工物 1 1 の表面 1 1 a (又は裏面 1 1 b) からの深さが異なる 3 つの位置に改質層 1 9 (改質層 1 9 a 、改質層 1 9 b 、改質層 1 9 c) を形成する。

30

【 0 0 4 2 】

ただし、1 つの分割予定ライン 1 3 に沿って形成される改質層 1 9 の数や位置に特段の制限はない。例えば、1 つの分割予定ライン 1 3 に沿って形成される改質層 1 9 の数を 1 つにしても良い。また、この改質層 1 9 は、表面 1 1 a (又は裏面 1 1 b) 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 1 1 a 及び裏面 1 1 b の両方にクラックが到達する条件で改質層 1 9 を形成しても良い。これにより、被加工物 1 1 をより適切に分割できるようになる。

【 0 0 4 3 】

対象の分割予定ライン 1 3 に沿って必要な数の改質層 1 9 を形成した後には、上述の手順を繰り返し、他の全ての分割予定ライン 1 3 に沿って改質層 1 9 を形成する。図 5 (A) に示すように、全ての分割予定ライン 1 3 に沿って必要な数の改質層 1 9 が形成されると、第 1 レーザ加工ステップは終了する。

40

【 0 0 4 4 】

なお、この第 1 レーザ加工ステップでは、一つの分割予定ライン 1 3 に沿って必要な数の改質層 1 9 を形成した後に、他の分割予定ライン 1 3 に沿って同様の改質層 1 9 を形成しているが、改質層 1 9 を形成する順序等に特段の制限はない。例えば、全ての分割予定ライン 1 3 の同じ深さの位置に改質層 1 9 を形成してから、別の深さの位置に改質層 1 9 を形成しても良い。

【 0 0 4 5 】

被加工物 1 1 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 1 9 が形

50

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

【0046】

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。

10

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

【0047】

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

20

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

【0048】

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

30

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

【0049】

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

40

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

【0050】

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

50

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

【0051】

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

10

【0052】

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（改質層19a, 19b, 19c）を形成し、外周余剰領域11dには改質層19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11cを補強するための補強部として機能する。

【0053】

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、その脱落、離散を防止している。

20

【0054】

上述した第1レーザ加工ステップの後には、第2レーザ加工ステップを行う。この第2レーザ加工ステップでは、まず、チャックテーブル6を移動させて、チップ領域11cと外周余剰領域11dとの境界線上にレーザ照射ユニット40の位置を合わせる。そして、図4に示すように、レーザ照射ユニット40から被加工物11に対して透過性を有する波長のレーザビーム17を照射しながら、チャックテーブル6を回転させる。すなわち、本実施形態では、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。

30

【0055】

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）から所定の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（改質層19d）を形成できる。

40

【0056】

本実施形態の第2レーザ加工ステップでは、チップ領域11cと外周余剰領域11dとの境界に沿ってレーザビーム17を照射するので、この境界に沿って改質層19が形成される。なお、チップ領域11cと外周余剰領域11dとの境界に沿って形成される改質層19の数や位置に特段の制限はない。例えば、境界に沿って形成される改質層19の数を2以上にしても良い。

【0057】

また、この境界に沿う改質層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境界に沿う改質層19を形成しても良い。これにより、被加工物1

50

1をより適切に分割して、チップ領域11cから外周余剰領域11dを分離できるようになる。

【0058】

第2レーザ加工ステップで改質層19を形成するための具体的な条件等に特段の制限はない。例えば、第1レーザ加工ステップで改質層19を形成するための条件と同じ条件で境界に沿う改質層19を形成することができる。もちろん、第1レーザ加工ステップで改質層19を形成するための条件とは異なる条件で境界に沿う改質層19を形成しても良い。

【0059】

図5(A)及び図5(B)に示すように、チップ領域11cと外周余剰領域11dとの境界に沿う環状の改質層19(改質層19d)が形成されると、第2レーザ加工ステップは終了する。なお、本実施形態では、第1レーザ加工ステップで形成された改質層19(改質層19b)と同程度の深さの位置に改質層19(改質層19d)を形成しており、この改質層19(改質層19d)から表面11a及び裏面11bにクラックを到達させている。

10

【0060】

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。

20

【0061】

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6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6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6に示す被加工物保持装置52を用いて行われる。

【0062】

被加工物保持装置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。

30

【0063】

このチャックテーブル54は、例えば、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。また、チャックテーブル54は、例えば、移動機構(不図示)によって支持されており、上述した保持面54aに対して概ね平行な方向に移動する。

【0064】

補強部除去ステップでは、まず、被加工物11の裏面11bをチャックテーブル54の保持面54aに接触させる。そして、バルブ56を開き、吸引源58の負圧を保持面54aに作用させる。これにより、被加工物11は、表面11a側が上方に露出した状態でチャックテーブル54に吸引、保持される。なお、本実施形態では、図6に示すように、被加工物11の裏面11b側をチャックテーブル54で直に保持する。つまり、ここでも、被加工物11に対してエキスパンドシートを貼る必要がない。

40

【0065】

次に、外周余剰領域11dに対して上向きの力(保持面54aから離れる向きの力)を作成させる。上述のように、チップ領域11cと外周余剰領域11dとの境界には、分割の起点となる改質層19(改質層19d)が形成されている。そのため、外周余剰領域11dに対して上向きの力を作用させることで、図6に示すように、チャックテーブル54から外周余剰領域11dを持ち上げて除去できる。これにより、チャックテーブル54上に

50

は、被加工物 11 のチップ領域 11c のみが残る。

【 0 0 6 6 】

補強部除去ステップの後には、被加工物 11 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、超音波振動を付与して被加工物 11 を分割する。図 7 (A) 及び図 7 (B) 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 7 (A) 及び図 7 (B) では、一部の構成要素を機能ブロックで示している。

【 0 0 6 7 】

分割ステップは、例えば、図 7 (A) 及び図 7 (B) に示す分割装置 72 を用いて行われる。分割装置 72 は、純水等の液体 21 が貯留される槽 74 を備えている。この槽 74 は、被加工物 11 (チップ領域 11c) の全体を収容できる程度の大きさに形成されており、その底には、超音波振動を発生させるための超音波振動子 76 が取り付けられている。
10

【 0 0 6 8 】

超音波振動子 76 は、例えば、チタン酸バリウム、チタン酸ジルコン酸鉛、タンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウム等の圧電材料でなる圧電材料層と、圧電材料層を挟む一対の電極層と、を含む。電極層には、所定の周波数の交流電力を供給するための交流電源 78 が接続されており、超音波振動子 76 は、交流電源 78 から供給される交流電力の周波数に応じた振動数で振動する。

【 0 0 6 9 】

槽 74 の上方には、被加工物 11 を保持するための保持ユニット 80 が配置されている。保持ユニット 80 の下面側の一部は、被加工物 11 の表面 11a 側 (又は裏面 11b 側) に接する接触面 80a になっている。接触面 80a は、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構成されていることが望ましい。
20

【 0 0 7 0 】

これにより、被加工物 11 の表面 11a 側に形成されているデバイス等の破損を防ぎ易くなる。ただし、接触面 80a の材質等に特段の制限はない。また、接触面 80a を囲む位置には、下向きに突出する環状の突起 80b が設けられている。この突起 80b によって、後述するように、個々のチップへと分割された後の被加工物 11 の飛散を防止できる。

【 0 0 7 1 】

保持ユニット 80 の内部には、接触面 80a に接する被加工物 11 に対して負圧を伝えるための吸引路 80c が設けられている。吸引路 80c の一端側は、バルブ 82 等を介して吸引源 84 に接続されている。吸引路 80c の他端側は、接触面 80a に接する被加工物 11 の各領域 15 を吸引できるように、接触面 80a に開口している。すなわち、接触面 80a には、各領域 15 に対応する複数の開口部が設けられている。
30

【 0 0 7 2 】

よって、被加工物 11 を接触面 80a に接触させた上で、バルブ 82、吸引路 80c 等を通じて吸引源 84 の負圧を複数の開口部に作用させることで、被加工物 11 を適切に吸引、保持できる。上述のように、本実施形態では、各領域 15 に対応する位置に複数の開口部を設けているので、個々のチップへと分割された後の被加工物 11 でも適切に吸引、保持できる。

【 0 0 7 3 】

本実施形態に係る分割ステップでは、まず、保持ユニット 80 の接触面 80a を被加工物 11 の表面 11a 側に接触させる。次に、バルブ 82 を開いて、吸引源 84 の負圧を複数の開口部に作用させる。これにより、被加工物 11 は、保持ユニット 80 によって吸引、保持される。その後、図 7 (A) に示すように、保持ユニット 80 を槽 74 の上方に位置付ける。
40

【 0 0 7 4 】

そして、図 7 (B) に示すように、保持ユニット 80 を下降させて、槽 74 に貯留されている液体 21 に被加工物 11 を浸漬させる。保持ユニット 80 を十分に下降させた後には、バルブ 82 を閉じて吸引源 84 の負圧を遮断する。その結果、図 7 (B) に示すように、被加工物 11 は保持ユニット 80 から取り外される。
50

【 0 0 7 5 】

なお、保持ユニット 8 0 の下降量は、槽 7 4 の底と突起 8 0 b の下端との隙間が、被加工物 1 1 の厚みより小さくなる範囲で調整されることが望ましい。これにより、被加工物 1 1 の位置が突起 8 0 b で規制され、個々のチップへと分割された後の被加工物 1 1 の飛散を防止できるようになる。

【 0 0 7 6 】

次に、交流電源 7 8 から超音波振動子 7 6 に交流電力を供給して、超音波振動子 7 6 を振動させる。これにより、被加工物 1 1 には、超音波振動子 7 6 から発生した超音波振動が、槽 7 4 及び液体 2 1 を介して付与される。そして、この超音波振動の力によって、被加工物 1 1 の改質層 1 9 からクラック 2 3 が伸長し、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。10

【 0 0 7 7 】

被加工物 1 1 に付与される超音波振動の条件は、例えば、次の通りである。

出力： 2 0 0 W

周波数： 2 0 k H z , 2 8 k H z

付与時間： 3 0 秒 ~ 9 0 秒

【 0 0 7 8 】

ただし、超音波振動の条件は、被加工物 1 1 を適切に分割できる範囲で任意に設定できる。被加工物 1 1 が複数のチップ 2 5 へと分割された後には、被加工物 1 1 の表面 1 1 a 側と接触面 8 0 a とを再び接触させて、バルブ 8 2 を開き、吸引源 8 4 の負圧を作用させる。これにより、複数のチップ 2 5 へと分割された後の被加工物 1 1 を保持ユニット 8 0 で吸引、保持して槽 7 4 の外部へと搬出できる。20

【 0 0 7 9 】

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、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、分割予定ライン 1 3 に沿う改質層 1 9（改質層 1 9 a , 1 9 b , 1 9 c ）を形成し、チップ領域 1 1 c と外周余剰領域 1 1 d との境界にレーザビーム 1 7 を照射して、境界に沿う改質層 1 9（改質層 1 9 d ）を形成した後、超音波振動を付与して被加工物 1 1 を個々のチップ 2 5 へと分割するので、被加工物 1 1 に力を加えて個々のチップ 2 5 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 1 1 であるシリコンウェーハを分割して複数のチップ 2 5 を製造できる。30

【 0 0 8 0 】

また、本実施形態に係るチップの製造方法では、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 を照射して分割予定ライン 1 3 に沿う改質層 1 9（改質層 1 9 a , 1 9 b , 1 9 c ）を形成するとともに、外周余剰領域 1 1 d を改質層 1 9（改質層 1 9 a , 1 9 b , 1 9 c ）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 1 1 c 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 1 1 が個々のチップ 2 5 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もない。40

【 0 0 8 1 】

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っても良い。また、第 1 レーザ加工ステップの途中で第 2 レーザ加工ステップを行うこともできる。

【 0 0 8 2 】

また、上記実施形態では、被加工物 1 1 の裏面 1 1 b 側をチャックテーブル 6 で直に保持して、表面 1 1 a 側からレーザビーム 1 7 を照射しているが、被加工物 1 1 の表面 1 1 a 側をチャックテーブル 6 で直に保持して、裏面 1 1 b 側からレーザビーム 1 7 を照射しても良い。50

【 0 0 8 3 】

図8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8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。

【 0 0 8 4 】

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。

10

【 0 0 8 5 】

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。

【 0 0 8 6 】

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。

20

【 0 0 8 7 】

同様に、分割ステップと同時に、又は分割ステップの後に、補強部除去ステップを行うこともできる。この場合、分割ステップで付与される超音波振動によって、チップ領域11cと外周余剰領域11dとがより確実に分割されるので、補強部除去ステップにおいて補強部をより容易に除去できるようになる。

【 0 0 8 8 】

また、補強部除去ステップを省略することもできる。この場合には、例えば、補強部の幅が被加工物11の外周縁から2mm~3mm程度になるように、第1レーザ加工ステップ及び第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。

30

【 0 0 8 9 】

図9(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9(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の状態を模式的に示す平面図である。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に超音波振動を付与する前に、例えば、被加工物保持装置52に設けられている切削ユニット62を用いて補強部に分割の起点となる溝を形成する。

【 0 0 9 0 】

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(不図示)を備えている。スピンドルの一端側には、結合材に砥粒が分散されてなる環状の切削ブレード64が装着されている。スピンドルの他端側には、モータ等の回転駆動源(不図示)が連結されており、スピンドルの一端側に装着された切削ブレード64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62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64は、この昇降機構によって鉛直方向に移動する。

40

【 0 0 9 1 】

図9(A)及び図9(B)に示すように、分割の起点となる溝を形成する際には、例えば、上述した切削ブレード64を回転させて外周余剰領域11d(すなわち、補強部)に切り込ませる。これにより、補強部に分割の起点となる溝11eを形成できる。なお、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、被加工物11のチップ領域11cを外周余剰領域11dご

50

と分割できるようになる。

【0092】

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】

【0093】

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

10

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 , 1 9 a , 1 9 b , 1 9 c , 1 9 d 改質層

2 1 液体

2 3 クラック

2 5 チップ

2 レーザ加工装置

4 基台

20

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

4 0 レーザ照射ユニット

40

4 2 カメラ

4 4 シート(ポーラスシート)

4 4 a 上面

5 2 被加工物保持装置

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 6 バルブ

5 8 吸引源

6 2 切削ユニット

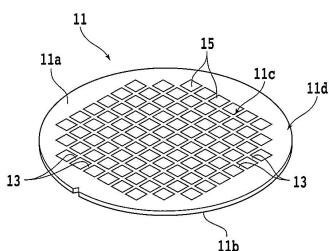
50

6 4 切削ブレード
 7 2 分割装置
 7 4 槽
 7 6 超音波振動子
 7 8 交流電源
 8 0 保持ユニット
 8 0 a 保持面
 8 0 b 突起
 8 0 c 吸引路
 8 2 バルブ
 8 4 吸引源

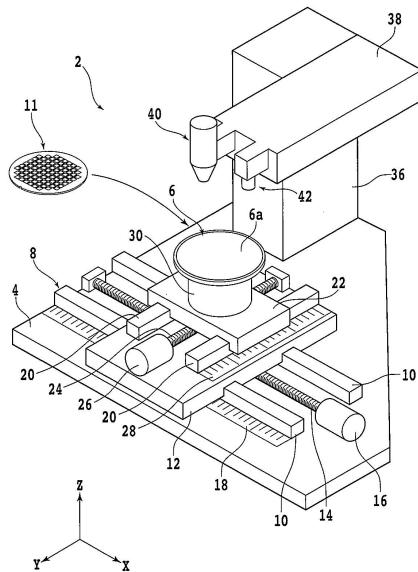
10

【図面】

【図1】



【図2】



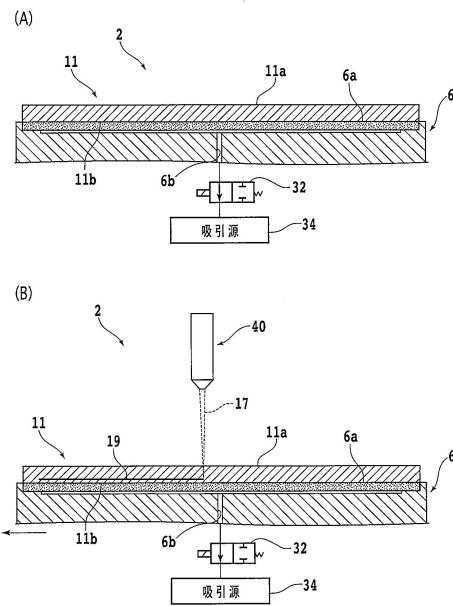
20

30

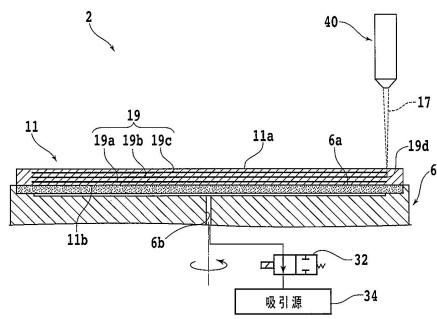
40

50

【図3】

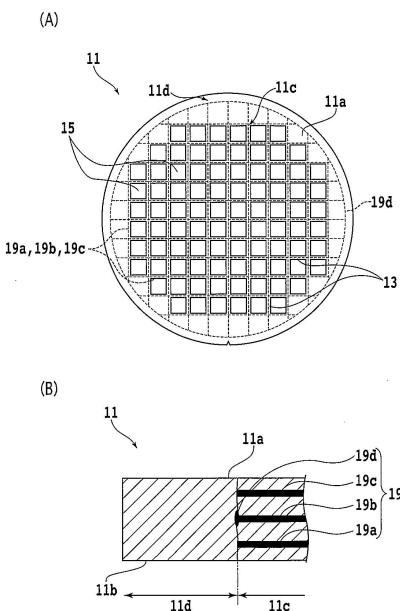


【図4】

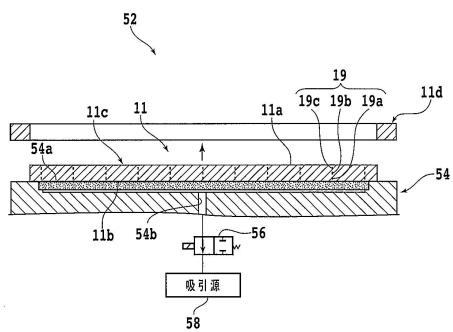


10

【図5】



【図6】

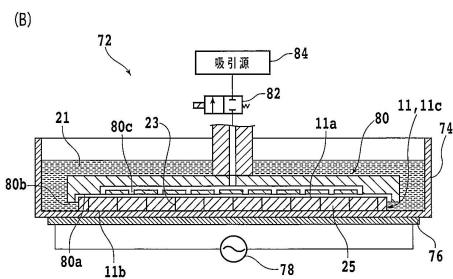
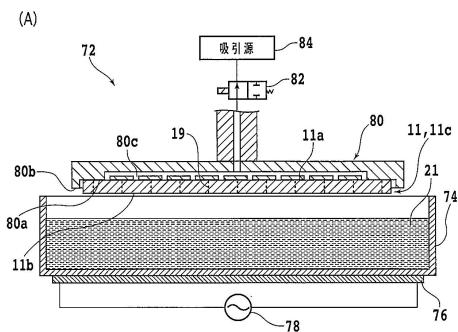


30

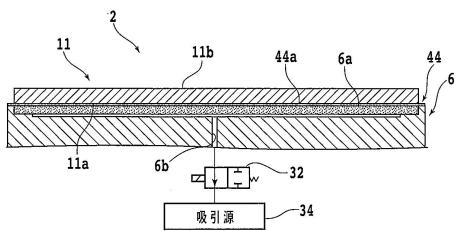
40

50

【図7】

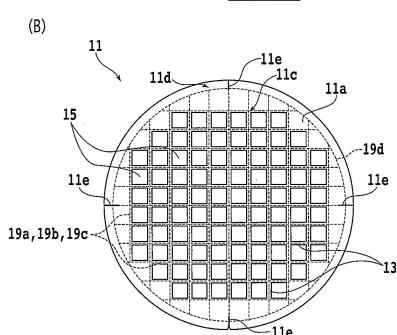
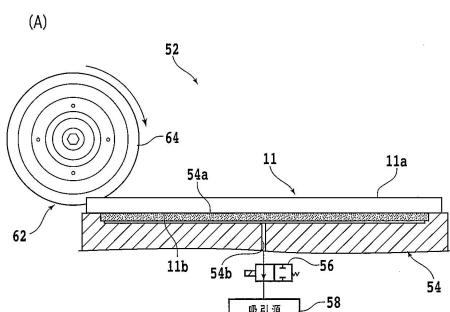


【図8】



10

【図9】



20

30

40

50

フロントページの続き

審査官 三浦 みちる

- (56)参考文献 特開2014-236034 (JP, A)
 特開2008-153420 (JP, A)
 特開2014-199834 (JP, A)
 特開2014-116338 (JP, A)
 特開2005-342760 (JP, A)
 特開昭49-028270 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

- H01L 21/301
H01L 21/304
B23K 26/53