

(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2019-197827

(P2019-197827A)

(43) 公開日 令和1年11月14日(2019.11.14)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
H O 1 L 21/301 (2006.01)	H O 1 L 21/78	V 4 E 1 6 8
B 2 3 K 26/53 (2014.01)	H O 1 L 21/78	B 5 F 0 6 3
	H O 1 L 21/78	N
	B 2 3 K 26/53	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2018-91426 (P2018-91426)
 (22) 出願日 平成30年5月10日 (2018. 5. 10)

(71) 出願人 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

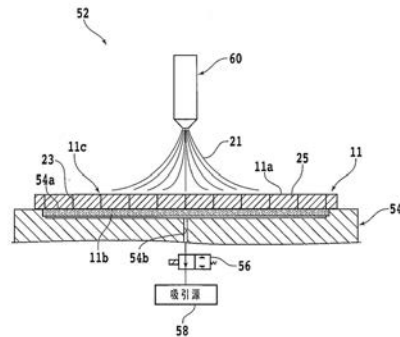
(54) 【発明の名称】 チップの製造方法

(57) 【要約】

【課題】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。

【解決手段】サファイア基板に対して透過性を有する波長のレーザービームを分割予定ラインに沿ってチップ領域にのみ照射し、チップ領域の分割予定ラインに沿う第1改質層を形成する第1レーザー加工ステップと、サファイア基板に対して透過性を有する波長のレーザービームをチップ領域と外周余剰領域との境界に沿って照射し、この境界に沿う第2改質層を形成する第2レーザー加工ステップと、サファイア基板に力を付与してサファイア基板を個々のチップへと分割する分割ステップと、を含み、分割ステップでは、一度の冷却または加熱により力を付与してサファイア基板を個々のチップへと分割する。

【選択図】 図7



【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、を有するサファイア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、

サファイア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、サファイア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サファイア基板の内部に位置づけるように該分割予定ラインに沿ってサファイア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、

該保持ステップを実施した後に、サファイア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サファイア基板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サファイア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、サファイア基板に力を付与してサファイア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、一度の冷却または加熱により該力を付与してサファイア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、該柔軟な材料でサファイア基板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。

【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】**

【 0 0 0 4 】

【特許文献1】特開2002-192370号公報

【特許文献2】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】

【 0 0 0 5 】

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。

10

【 0 0 0 6 】

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】

【 0 0 0 7 】

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、を有するサファイア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、サファイア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、サファイア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サファイア基板の内部に位置づけるように該分割予定ラインに沿ってサファイア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、該保持ステップを実施した後に、サファイア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サファイア基板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サファイア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、サファイア基板に力を付与してサファイア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、一度の冷却または加熱により該力を付与してサファイア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。

20

30

【 0 0 0 8 】

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、該柔軟な材料でサファイア基板の表面側を保持しても良い。

【発明の効果】

40

【 0 0 0 9 】

本発明の一態様に係るチップの製造方法では、サファイア基板を保持テーブルで直に保持した状態で、サファイア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、一度の冷却または加熱により力を付与してサファイア基板を個々のチップへと分割するので、サファイア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サファイア基板を分割して複数のチップを製造できる。

【 0 0 1 0 】

50

また、本発明の一態様に係るチップの製造方法では、サファイア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サファイア基板が個々のチップへと分割されてしまい、サファイア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。

【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】分割ステップについて説明するための断面図である。

【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7参照)を含む。

【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、一度の冷却または加熱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。

【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。

【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

10

20

30

40

50

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。

10

【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。

20

【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 として円盤状のサファイア基板を用い、複数のチップを製造する。具体的には、まず、この被加工物 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。

30

【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。

40

【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。

【0025】

X 軸移動テーブル 12 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

50

ール 20 が固定されている。Y 軸ガイドレール 20 には、Y 軸移動テーブル 22 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 22 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 20 に概ね平行な Y 軸ボールネジ 24 が螺合されている。

【0026】

Y 軸ボールネジ 24 の一端部には、Y 軸パルスモータ 26 が連結されている。Y 軸パルスモータ 26 で Y 軸ボールネジ 24 を回転させることにより、Y 軸移動テーブル 22 は Y 軸ガイドレール 20 に沿って Y 軸方向に移動する。Y 軸ガイドレール 20 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 22 の位置を検出するための Y 軸スケール 28 が設置されている。

10

【0027】

Y 軸移動テーブル 22 の表面側（上面側）には、支持台 30 が設けられており、この支持台 30 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 11 の裏面 11b 側（又は表面 11a 側）を吸引、保持する保持面 6a になっている。保持面 6a 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 6a 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。

【0028】

この保持面 6a は、チャックテーブル 6 の内部に形成された吸引路 6b（図 3（A）等参照）やバルブ 32（図 3（A）等参照）等を介して吸引源 34（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

【0029】

水平移動機構 8 の後方には、柱状の支持構造 36 が設けられている。支持構造 36 の上部には、Y 軸方向に伸びる支持アーム 38 が固定されており、この支持アーム 38 の先端部には、被加工物 11 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 17（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 11 に照射するレーザ照射ユニット 40 が設けられている。

【0030】

レーザ照射ユニット 40 に隣接する位置には、被加工物 11 の表面 11a 側又は裏面 11b 側を撮像するカメラ 42 が設けられている。カメラ 42 で被加工物 11 等を撮像して形成された画像は、例えば、被加工物 11 とレーザ照射ユニット 40 との位置等を調整する際に使用される。

30

【0031】

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 40、カメラ 42 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 11 が適切に加工されるように各構成要素を制御する。

【0032】

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 11 の裏面 11b をチャックテーブル 6 の保持面 6a に接触させる。そして、バルブ 32 を開いて吸引源 34 の負圧を保持面 6a に作用させる。

40

【0033】

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 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 11 の裏面 11b 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 11 に対してエキスパンドシートを貼る必要がない。

【0034】

保持ステップの後には、レーザビーム 17 を分割予定ライン 13 に沿って照射し、改質

50

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17をチップ領域11cと外周余剰領域11d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。

【0035】

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19が形成された後の被加工物11の状態を模式的に示す平面図であり、図5(B)は、改質層19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。

10

【0036】

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13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13の延長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13の延びる方向）にチャックテーブル6を移動させる。

【0037】

その後、対象となる分割予定ライン13上の2箇所が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。

20

【0038】

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内のみレーザビーム17を照射する。

【0039】

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19a等）を形成できる。

30

【0040】

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内のみ改質層19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11dに改質層19が形成されない。

【0041】

対象の分割予定ライン13に沿って所定の深さの位置に改質層19を形成した後は、同様の手順で、対象の分割予定ライン13に沿って別の深さの位置に改質層19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11の表面11a（又は裏面11b）からの深さが異なる3つの位置に改質層19（改質層19a、改質層19b、改質層19c）を形成する。

40

【0042】

ただし、1つの分割予定ライン13に沿って形成される改質層19の数や位置に特段の制限はない。例えば、1つの分割予定ライン13に沿って形成される改質層19の数を1つにしても良い。また、この改質層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

50

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。

【0043】

対象の分割予定ライン 13 に沿って必要な数の改質層 19 を形成した後は、上述の手順を繰り返し、他の全ての分割予定ライン 13 に沿って改質層 19 を形成する。図 5 (A) に示すように、全ての分割予定ライン 13 に沿って必要な数の改質層 19 が形成されると、第 1 レーザ加工ステップは終了する。

【0044】

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 13 に沿って必要な数の改質層 19 を形成した後に、他の分割予定ライン 13 に沿って同様の改質層 19 を形成しているが、改質層 19 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 13 の同じ深さの位置に改質層 19 を形成してから、別の深さの位置に改質層 19 を形成しても良い。

【0045】

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：1340 nm

レーザービームの繰り返し周波数：90 kHz

レーザービームの出力：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。

被加工物：ヒ化ガリウム基板、リン化インジウム基板

レーザービームの波長：1064 nm

レーザービームの繰り返し周波数：20 kHz

レーザービームの出力：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

レーザービームの波長：1045 nm

レーザービームの繰り返し周波数：100 kHz

レーザービームの出力：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

レーザービームの波長：532 nm

レーザービームの繰り返し周波数：15 kHz

レーザービームの出力：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】

10

20

30

40

50

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、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

レーザービームの波長：532 nm

レーザービームの繰り返し周波数：50 kHz

レーザービームの出力：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

レーザービームの波長：532 nm

レーザービームの繰り返し周波数：25 kHz

レーザービームの出力：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

【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

レーザービームの波長：532 nm

レーザービームの繰り返し周波数：25 kHz

レーザービームの出力：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

【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 11 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。

【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ー照射ユニット 40 の位置を合わせる。そして、図 4 に示すように、レーザー照射ユニット 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ービーム 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。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 5 】

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 d) を形成できる。

【 0 0 5 6 】

本実施形態の第 2 レーザ加工ステップでは、チップ領域 1 1 c と外周余剰領域 1 1 d との境界に沿ってレーザビーム 1 7 を照射するので、この境界に沿って改質層 1 9 が形成される。なお、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、境界に沿って形成される改質層 1 9 の数を 2 以上にしても良い。

10

【 0 0 5 7 】

また、この境界に沿う改質層 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境界に沿う改質層 1 9 を形成しても良い。これにより、被加工物 1 1 をより適切に分割して、チップ領域 1 1 c から外周余剰領域 1 1 d を分離できるようになる。

【 0 0 5 8 】

第 2 レーザ加工ステップで改質層 1 9 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 1 9 を形成するための条件と同じ条件で境界に沿う改質層 1 9 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 1 9 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 1 9 を形成しても良い。

20

【 0 0 5 9 】

図 5 (A) 及び図 5 (B) に示すように、チップ領域 1 1 c と外周余剰領域 1 1 d との境界に沿う環状の改質層 1 9 (改質層 1 9 d) 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 1 9 (改質層 1 9 b) と同程度の深さの位置に改質層 1 9 (改質層 1 9 d) を形成しており、この改質層 1 9 (改質層 1 9 d) から表面 1 1 a 及び裏面 1 1 b にクラックを到達させている。

30

【 0 0 6 0 】

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。

【 0 0 6 1 】

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 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ブロックで示している。補強部除去ステップは、例えば、図 6 に示す分割装置 5 2 を用いて行われる。

40

【 0 0 6 2 】

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。

50

【 0 0 6 3 】

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。また、チャックテーブル 5 4 は、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 5 4 a に対して概ね平行な方向に移動する。

【 0 0 6 4 】

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 を開き、吸引源 5 8 の負圧を保持面 5 4 a 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 6 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 5 】

次に、外周余剰領域 1 1 d に対して上向きの力（保持面 5 4 a から離れる向きの力）を作用させる。上述のように、チップ領域 1 1 c と外周余剰領域 1 1 d との境界には、分割の起点となる改質層 1 9（改質層 1 9 d）が形成されている。そのため、外周余剰領域 1 1 d 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 5 4 から外周余剰領域 1 1 d を持ち上げて除去できる。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 6 】

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、例えば、被加工物 1 1 の内部（表面 1 1 a と裏面 1 1 b との間）に大きな温度差を形成し、熱衝撃（サーマルショック）によって力を付与して被加工物 1 1 を分割する。図 7 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 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、引き続き分割装置 5 2 を用いて行われる。図 7 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噴射ノズル（温度差形成ユニット）6 0 を更に備えている。本実施形態の分割ステップでは、この噴射ノズル 6 0 から被加工物 1 1 の表面 1 1 a に冷却用の流体 2 1 を吹き付けることで、熱衝撃の発生に必要な温度差を形成する。ただし、加熱用の流体 2 1 を吹き付けることで、熱衝撃の発生に必要な温度差を形成しても良い。

【 0 0 6 8 】

冷却用の流体 2 1 としては、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ると良い。これにより、被加工物 1 1 の表面 1 1 a 側を素早く冷却して、必要な温度差を形成し易くなる。ここで、必要な温度差とは、被加工物 1 1 を改質層 1 9（改質層 1 9 a, 1 9 b, 1 9 c）に沿って破断するために必要な応力を超える熱衝撃が得られる温度差を言う。この温度差は、例えば、被加工物 1 1 の材質や厚み、改質層 1 9（改質層 1 9 a, 1 9 b, 1 9 c）の状態等に応じて決まる。

【 0 0 6 9 】

ただし、流体 2 1 の種類や流量等に特段の制限はない。例えば、十分に冷却されたエア等の気体や、水等の液体を用いることもできる。なお、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）まで冷却しておくとも良い。

【 0 0 7 0 】

十分な温度差が形成されるように被加工物 1 1 を冷却すると、熱衝撃によって改質層 1 9（改質層 1 9 a, 1 9 b, 1 9 c）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。このように、本実施形態では、一度の冷却によって必要な力を付与し、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 を急速に冷却することによって熱衝撃を発生させ

ているが、被加工物 11 を急速に加熱することによって熱衝撃を発生させても良い。

【0071】

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、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（改質層 19a, 19b, 19c）を形成し、チップ領域 11c と外周余剰領域 11d との境界にレーザビーム 17 を照射して、境界に沿う改質層 19（改質層 19d）を形成した後、一度の冷却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 であるサファイア基板を分割して複数のチップ 25 を製造できる。

10

【0072】

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（改質層 19a, 19b, 19c）を形成するとともに、外周余剰領域 11d を改質層 19（改質層 19a, 19b, 19c）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。

20

【0073】

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。

【0074】

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。

【0075】

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。

30

【0076】

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。

【0077】

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。

40

【0078】

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

50

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。

【0079】

同様に、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熱衝撃によって、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、その後の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。

【0080】

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。

10

【0081】

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 52 で被加工物 11 を個々のチップへと分割する前に、例えば、分割装置 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。

20

【0082】

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。

【0083】

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 ごと分割できるようになる。

30

【0084】

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】

【0085】

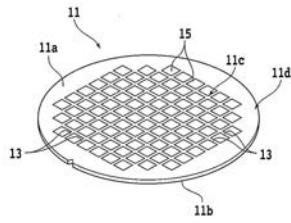
- 11 被加工物（ワーク）
- 11a 表面
- 11b 裏面
- 11c チップ領域
- 11d 外周余剰領域
- 13 分割予定ライン（ストリート）
- 15 領域
- 17 レーザビーム
- 19, 19a, 19b, 19c, 19d 改質層
- 21 流体
- 23 クラック
- 25 チップ

40

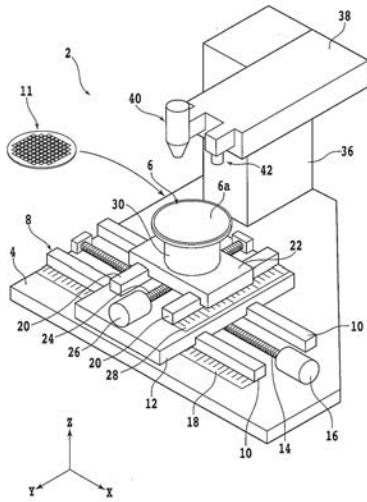
50

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）	
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	10
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	
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	20
3 8	支持アーム	
4 0	レーザ照射ユニット	
4 2	カメラ	
4 4	シート（ポラスシート）	
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 6	バルブ	30
5 8	吸引源	
6 0	噴射ノズル（温度差形成ユニット）	
6 2	切削ユニット	
6 4	切削ブレード	

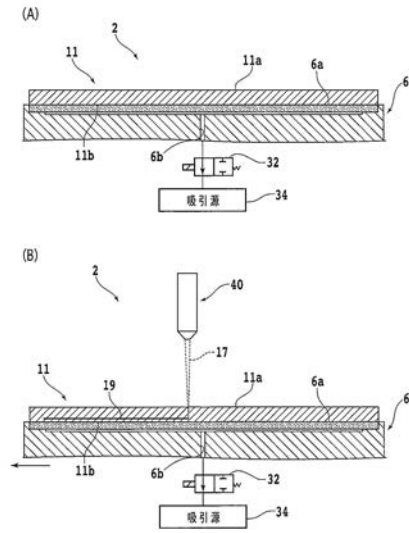
【 図 1 】



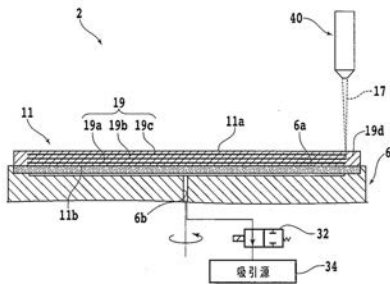
【 図 2 】



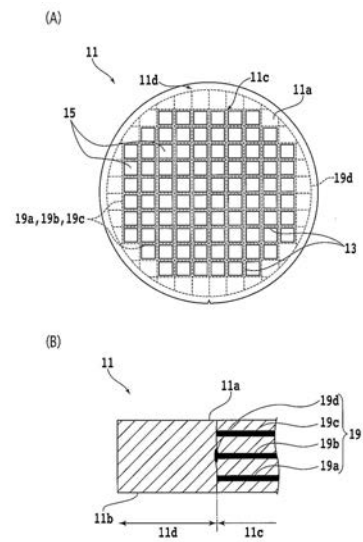
【 図 3 】



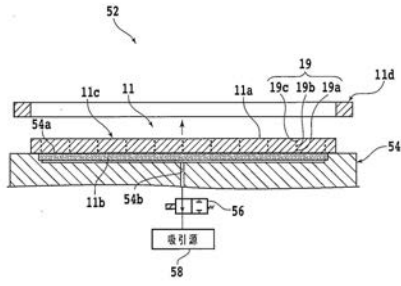
【 図 4 】



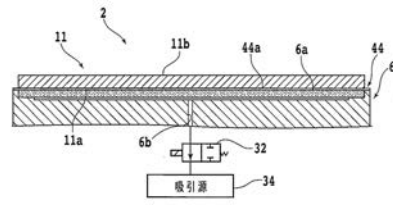
【 図 5 】



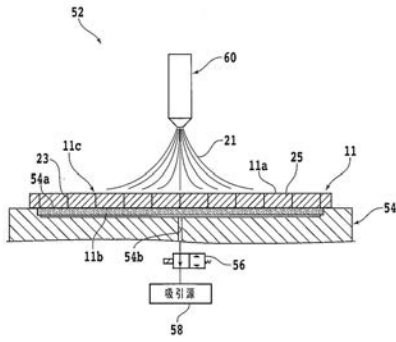
【 図 6 】



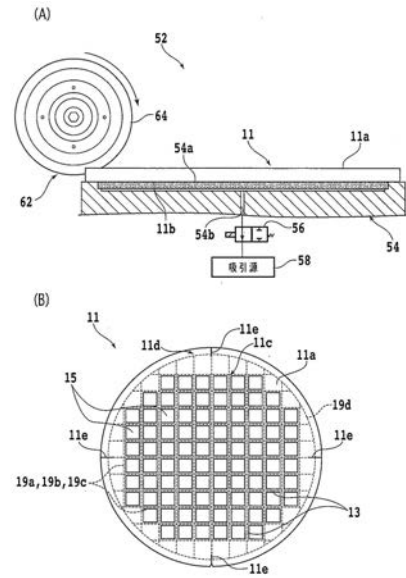
【 図 8 】



【 図 7 】



【 図 9 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4E168 AE02 CA06 CB07 DA02 DA03 DA43 HA02 JA12 JA13 JA14
5F063 AA31 BA32 BA33 BA34 BA43 BA44 BA45 BA47 BA48 CB07
CB17 CB28 CC05 DD79 DD97 FF11