

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6347714号  
(P6347714)

(45) 発行日 平成30年6月27日 (2018. 6. 27)

(24) 登録日 平成30年6月8日 (2018. 6. 8)

(51) Int. Cl.

F I

**H O 1 L 21/301 (2006. 01)**

H O 1 L 21/78 B

**B 2 3 K 26/53 (2014. 01)**

H O 1 L 21/78 V

**B 2 3 K 26/066 (2014. 01)**

B 2 3 K 26/53

B 2 3 K 26/066

請求項の数 1 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2014-204270 (P2014-204270)  
 (22) 出願日 平成26年10月2日 (2014. 10. 2)  
 (65) 公開番号 特開2016-76524 (P2016-76524A)  
 (43) 公開日 平成28年5月12日 (2016. 5. 12)  
 審査請求日 平成29年8月15日 (2017. 8. 15)

(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  
 (72) 発明者 寺西 俊輔  
 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

審査官 中田 剛史

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ウエーハの加工方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被加工物を保持する保持手段と、該保持手段に保持された被加工物に対して透過性を有する波長のパルスレーザービームを照射して被加工物の内部に改質層を形成するレーザービーム照射手段と、該保持手段と該レーザービーム照射手段とを相対的に加工送りする加工送り手段と、を備えたレーザー加工装置によって表面に複数のデバイスが複数の分割予定ラインによって区画されて形成されたシリコンからなるウエーハを加工するウエーハの加工方法であって、

ウエーハに対して透過性を有する波長のパルスレーザービームの集光点をウエーハの内部に位置づけてウエーハの裏面から該分割予定ラインに対応する領域にパルスレーザービームを照射するとともに該保持手段と該レーザービーム照射手段とを相対的に加工送りして、ウエーハの内部に改質層を形成する改質層形成ステップと、

該改質層形成ステップ実施後、ウエーハに外力を付与して該改質層を分割起点にウエーハを該分割予定ラインに沿って分割する分割ステップと、を備え、

該改質層形成ステップにおいて、ウエーハに照射されるパルスレーザービームの中心から加工送り方向下流側外周に至る部分にパルスレーザービームの一部を欠落させて、パルスレーザービームの集光点をウエーハの内部に位置づけることを特徴とするウエーハの加工方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

## 【0001】

本発明は、ウエーハに対して透過性を有する波長のパルスレーザービームを照射してウエーハ内部に改質層を形成した後、ウエーハに外力を付与して改質層を起点にウエーハを複数のデバイスチップに分割するウエーハの加工方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

IC、LSI等の複数のデバイスが分割予定ラインによって区画され表面に形成されたシリコンウエーハ（以下、単にウエーハと称することがある）は、加工装置によって個々のデバイスチップに分割され、分割されたデバイスチップは携帯電話、パソコン等の各種電気機器に広く利用されている。

10

## 【0003】

ウエーハの分割には、ダイシングソーと呼ばれる切削装置を用いたダイシング方法が広く採用されている。ダイシング方法では、ダイヤモンド等の砥粒を金属や樹脂で固めて厚さ30 $\mu$ m程度とした切削ブレードを、3000rpm程度の高速で回転させつつウエーハへと切り込ませることでウエーハを切削し、個々のデバイスチップへと分割する。

## 【0004】

一方、近年では、ウエーハに対して透過性を有する波長のパルスレーザービームの集光点を分割予定ラインに対応するウエーハの内部に位置づけて、パルスレーザービームを分割予定ラインに沿って照射してウエーハ内部に改質層を形成し、その後外力を付与してウエーハを個々のデバイスチップに分割する方法が提案されている（例えば、特許第4402708号公報参照）。

20

## 【0005】

改質層とは密度、屈折率、機械的強度やその他の物理的特性が周囲とは異なる状態になった領域のことであり、溶融再固化領域、屈折率変化領域、絶縁破壊領域の他、クラック領域やこれらが混在した領域も含まれる。

## 【0006】

シリコンの光学吸収端は、シリコンのバンドギャップ（1.1eV）に相当する光の波長1050nm付近にあり、バルクのシリコンでは、これより短い波長の光は吸収されてしまう。

## 【0007】

従来の改質層形成方法では、光学吸収端に近い波長1064nmのレーザーを発振するネオジウム（Nd）をドープしたNd：YAGパルスレーザーが一般的に使用される（例えば、特開2005-95952号公報参照）。

30

## 【0008】

しかし、Nd：YAGパルスレーザーの波長1064nmがシリコンの光学吸収端に近いことから、集光点を挟む領域においてレーザービームの一部が吸収されて十分な改質層が形成されず、ウエーハを個々のデバイスチップに分割できない場合がある。

## 【0009】

そこで、本出願人は、波長が1300～1400nmの範囲に設定された、例えば波長1342nmのYAGパルスレーザーを用いてウエーハの内部に改質層を形成すると、集光点を挟む領域においてレーザービームの吸収が低減されて良好な改質層を形成できるとともに、円滑にウエーハを個々のデバイスチップに分割できることを見出した（特開2006-108459号公報参照）。

40

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0010】

【特許文献1】特許第4402708号公報

【特許文献2】特開2005-95952号公報

【特許文献3】特開2006-108459号公報

## 【発明の概要】

50

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0011】

ところが、分割予定ラインに沿って直前に形成された改質層に隣接してパルスレーザービームの集光点をウエーハの内部に位置づけて照射し、ウエーハ内部に改質層を形成すると、パルスレーザービームを照射した面と反対側の面、即ちウエーハの表面にレーザービームが散乱して表面に形成されたデバイスをアタックし損傷させるという新たな問題を生じることが判明した。

## 【0012】

この問題を検証したところ、直前に形成された改質層から微細なクラックがウエーハの表面側に伝播し、そのクラックが次に照射されるパルスレーザービームの透過光を屈折又は反射させてデバイスをアタックするのではないかと推察される。このような問題は、波長1342nm程ではないが波長1064nmのパルスレーザービームにおいても生じることが検証された。

10

## 【0013】

本発明はこのような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、シリコンウエーハに対して透過性を有する波長のパルスレーザービームを照射してウエーハ内部に改質層を形成する際に、透過光がウエーハ表面のデバイスを損傷させることを抑制可能なウエーハの加工方法を提供することである。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0014】

20

本発明によると、被加工物を保持する保持手段と、該保持手段に保持された被加工物に対して透過性を有する波長のパルスレーザービームを照射して被加工物の内部に改質層を形成するレーザービーム照射手段と、該保持手段と該レーザービーム照射手段とを相対的に加工送りする加工送り手段と、を備えたレーザー加工装置によって表面に複数のデバイスが複数の分割予定ラインによって区画されて形成されたシリコンからなるウエーハを加工するウエーハの加工方法であって、ウエーハに対して透過性を有する波長のパルスレーザービームの集光点をウエーハの内部に位置づけてウエーハの裏面から該分割予定ラインに対応する領域にパルスレーザービームを照射するとともに該保持手段と該レーザービーム照射手段とを相対的に加工送りして、ウエーハの内部に改質層を形成する改質層形成ステップと、該改質層形成ステップ実施後、ウエーハに外力を付与して該改質層を分割起点にウエーハを該分割予定ラインに沿って分割する分割ステップと、を備え、該改質層形成ステップにおいて、ウエーハに照射されるパルスレーザービームの中心から加工送り方向下流側外周に至る部分にパルスレーザービームの一部を欠落させて、パルスレーザービームの集光点をウエーハの内部に位置づけることを特徴とするウエーハの加工方法が提供される。

30

## 【発明の効果】

## 【0015】

本発明のウエーハの加工方法によると、改質層形成ステップにおいて、パルスレーザービームの中心から加工送り方向下流側外周に至る部分においてパルスレーザービームの一部を欠落させてその集光点をウエーハの内部に位置づけるようにしたので、改質層を形成するには十分なエネルギーが確保されるとともに、改質層から伝播した微細なクラックがウエーハの表面側に存在していても、集光点を透過したパルスレーザービームは集光点を中心として点対称に反転して、パルスレーザービームが欠落した漏れ光（透過光）が表面側に形成されたクラックに位置づけられるので、パルスレーザービームの散乱は極めて少なく、ウエーハの表面に形成されたデバイスを損傷させるという問題を解消することができる。

40

## 【図面の簡単な説明】

## 【0016】

【図1】本発明のウエーハの加工方法を実施するのに適したレーザー加工装置の斜視図である。

50

【図 2】レーザービーム発生ユニットのブロック図である。

【図 3】シリコンウエーハの表面側斜視図である。

【図 4】シリコンウエーハの表面側を外周部が環状フレームに貼着されたダイシングテープに貼着する様子を示す斜視図である。

【図 5】ダイシングテープを介して環状フレームに支持されたシリコンウエーハの裏面側斜視図である。

【図 6】図 6 (A) は改質層形成ステップを説明する一部断面側面図、図 6 (B) は図 6 (A) に示したマスクの左側面図である。

【図 7】ウエーハに照射されるパルスレーザービームのパワーの強弱を説明する模式図である。

【図 8】改質層形成ステップを説明する斜視図である。

【図 9】分割装置の斜視図である。

【図 10】分割ステップを示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明の実施形態を図面を参照して詳細に説明する。図 1 を参照すると、本発明のウエーハの加工方法を実施するのに適したレーザー加工装置 2 の概略斜視図が示されている。

【0018】

レーザー加工装置 2 は、静止基台 4 上に X 軸方向に移動可能に搭載された第 1 スライドブロック 6 を含んでいる。第 1 スライドブロック 6 は、ボールねじ 8 及びパルスモータ 10 から構成される加工送り手段 12 により一対のガイドレール 14 に沿って加工送り方向、すなわち X 軸方向に移動される。

【0019】

第 1 スライドブロック 6 上には第 2 スライドブロック 16 が Y 軸方向に移動可能に搭載されている。すなわち、第 2 スライドブロック 16 はボールねじ 18 及びパルスモータ 20 から構成される割り出し送り手段 22 により一対のガイドレール 24 に沿って割り出し送り方向、すなわち Y 軸方向に移動される。

【0020】

第 2 スライドブロック 16 上には円筒支持部材 26 を介してチャックテーブル 28 が搭載されており、チャックテーブル 28 は回転可能であるとともに加工送り手段 12 及び割り出し送り手段 22 により X 軸方向及び Y 軸方向に移動可能である。チャックテーブル 28 には、チャックテーブル 28 に吸引保持されたウエーハを支持する環状フレームをクランプするクランプ 30 が設けられている。

【0021】

静止基台 4 にはコラム 32 が立設されており、このコラム 32 にはレーザービーム照射ユニット 34 が取り付けられている。レーザービーム照射ユニット 34 は、ケーシング 33 内に収容された図 2 に示すレーザービーム発生ユニット 35 と、ケーシング 33 の先端に取り付けられた集光器 37 とから構成される。

【0022】

レーザービーム発生ユニット 35 は、図 2 に示すように、YAG パルスレーザーを発振するレーザー発振器 62 と、繰り返し周波数設定手段 64 と、パルス幅調整手段 66 と、パワー調整手段 68 とを含んでいる。本実施形態では、レーザー発振器 62 として、波長 1342 nm のパルスレーザーを発振する YAG パルスレーザー発振器を採用した。

【0023】

図 1 に示すようにケーシング 33 の先端部には、集光器 37 と X 軸方向に整列してレーザー加工すべき加工領域を検出する撮像ユニット 39 が配設されている。撮像ユニット 39 は、可視光によって半導体ウエーハ 11 の加工領域を撮像する通常の CCD 等の撮像素子を含んでいる。

【0024】

10

20

30

40

50

撮像ユニット３９は更に、被加工物に赤外線を照射する赤外線照射手段と、赤外線照射手段によって照射された赤外線を捕らえる光学系と、この光学系によって捕らえられた赤外線に対応した電気信号を出力する赤外線ＣＣＤ等の赤外線撮像素子から構成される赤外線撮像手段を含んでおり、撮像した画像信号はコントローラ（制御手段）４０に送信される。

**【００２５】**

コントローラ４０はコンピュータによって構成されており、制御プログラムに従って演算処理する中央処理装置（ＣＰＵ）４２と、制御プログラム等を格納するリードオンリーメモリ（ＲＯＭ）４４と、演算結果等を格納する読み書き可能なランダムアクセスメモリ（ＲＡＭ）４６と、カウンタ４８と、入力インターフェイス５０と、出力インターフェイス５２とを備えている。

10

**【００２６】**

５６は案内レール１４に沿って配設されたリニアスケール５４と、第１スライドブロック６に配設された図示しない読み取りヘッドとから構成される加工送り量検出ユニットであり、加工送り量検出ユニット５６の検出信号はコントローラ４０の入力インターフェイス５０に入力される。

**【００２７】**

６０はガイドレール２４に沿って配設されたリニアスケール５８と第２スライドブロック１６に配設された図示しない読み取りヘッドとから構成される割り出し送り量検出ユニットであり、割り出し送り量検出ユニット６０の検出信号はコントローラ４０の入力インターフェイス５０に入力される。

20

**【００２８】**

撮像ユニット３９で撮像した画像信号もコントローラ４０の入力インターフェイス５０に入力される。一方、コントローラ４０の出力インターフェイス５２からはパルスモータ１０、パルスモータ２０、レーザービーム発生ユニット３５等に制御信号が出力される。

**【００２９】**

図３を参照すると、本発明の加工方法の加工対象となる半導体ウエーハ１１の表面側斜視図が示されている。図３に示す半導体ウエーハ１１は、例えば厚さが１００μｍのシリコンウエーハから構成されている。

**【００３０】**

30

半導体ウエーハ１１は、表面１１ａに第１の方向に伸長する複数の第１の分割予定ライン（ストリート）１３ａと、第１の方向と直交する第２の方向に伸長する複数の第２の分割予定ライン１３ｂが形成されているとともに、第１の分割予定ライン１３ａと第２の分割予定ライン１３ｂとによって区画された各領域にＩＣ、ＬＳＩ等のデバイス１５が形成されている。また、半導体ウエーハ１１の外周には、シリコンウエーハの結晶方位を示すマークとしてのノッチ１７が形成されている。

**【００３１】**

本発明実施形態のウエーハの加工方法では、半導体ウエーハ（以下ウエーハと略称する）１１は、図４に示すように、外周が環状フレームＦに貼着されたダイシングテープＴにその表面１１ａ側が貼着され、図５に示すように、ウエーハ１１の裏面１１ｂが露出した形態として加工が遂行される。

40

**【００３２】**

本発明のウエーハの加工方法では、まず、シリコンウエーハ１１に対して透過性を有するパルスレーザービームの波長を１３００ｎｍ～１４００ｎｍの範囲に設定する（波長設定ステップ）。

**【００３３】**

本実施形態では、図２に示すレーザービーム発生ユニット３５のレーザー発振器６２として、波長１３４２ｎｍのパルスレーザーを発振するＹＡＧレーザー発振器を採用した。しかし、本発明のウエーハの加工方法では、レーザービームの波長が１３００ｎｍ～１４００ｎｍの範囲内であることは必須ではなく、波長１０６４ｎｍのパルスレーザービーム

50

を使用するようにしても良い。

【0034】

次いで、レーザー加工装置2のチャックテーブル28でウェーハ11をダイシングテープTを介して吸引保持し、ウェーハ11の裏面11bを露出させる。そして、撮像ユニット39の赤外線撮像素子でウェーハ11をその裏面11b側から撮像し、第1の分割予定ライン13aに対応する領域を集光器37とX軸方向に整列させるアライメントを実施する。このアライメントには、よく知られたパターンマッチング等の画像処理を利用する。

【0035】

第1の分割予定ライン13aのアライメントを実施後、チャックテーブル28を90度回転してから、第1の分割予定ライン13aに直交する方向に伸長する第2の分割予定ライン13bについても同様なアライメントを実施する。

10

【0036】

アライメント実施後、例えば波長1342nmのパルスレーザービームを用いて、ウェーハ11の内部に改質層を形成する改質層形成ステップを実施する。この改質層形成ステップでは、図6に示すようなマスク70を使用して、パルスレーザービームの一部を欠落させてウェーハ11に照射する。

【0037】

図6(B)は図6(A)に示すマスク70の左側面図であり、マスク70は遮光部分70aと透明部分70bとを有している。マスク70の遮光部分70aでパルスレーザービームの中心から加工送り下流側外周に至る部分のパルスレーザービームの一部を欠落させる。

20

【0038】

即ち、集光レンズ74で集光されるパルスレーザービーム75は、パルスレーザービーム75の中心から加工送り方向下流側外周に至る部分77が欠落している。この欠落部分は、パルスレーザービーム75の断面積の $1/20 \sim 1/50$ の範囲内が好ましい。

【0039】

アライメントステップ実施後、図8に示すように、集光器37でビーム断面積の一部が欠落したパルスレーザービームの集光点を第1の分割予定ライン13aに対応するウェーハ内部に位置づけて、パルスレーザービームをウェーハ11の裏面11b側から照射して、チャックテーブル28を矢印X方向に加工送りすることにより、ウェーハ11の内部に改質層19を形成する(改質層形成ステップ)。

30

【0040】

この改質層形成ステップでは、図7の模式図に示すように、ウェーハ11に照射されるパルスレーザービーム75はパワーの強い部分75aとパワーの弱い部分75bを有しているが、集光点19を通過したパルスレーザービームは集光点19を中心として点对称に反転して、レーザービームの欠落した漏れ光(透過光)75b'が表面11a側に形成されたクラック23に位置づけられるので、漏れ光75b'の拡散は極めて少なく、ウェーハ11の表面11aに形成されたデバイス15を損傷することが防止される。

【0041】

チャックテーブル28をY軸方向に割り出し送りしながら、全ての第1の分割予定ライン13aに対応するウェーハ11の内部に改質層19を形成する。次いで、チャックテーブル28を90°回転してから、第1の分割予定ライン13aに直交する全ての第2の分割予定ライン13bに沿って同様な改質層19を形成する。

40

【0042】

改質層19は、密度、屈折率、機械的強度やその他の物理的特性が周囲とは異なる状態になった領域を言う。例えば、溶融再固化領域、クラック領域、絶縁破壊領域、屈折率変化領域等を含み、これらの領域が混在した領域も含むものである。

【0043】

改質層形成ステップの加工条件は、例えば次のように設定されている。

【0044】

50

光源 : Y A G パルスレーザー  
波長 : 1 3 4 2 n m  
平均出力 : 0 . 5 W  
繰り返し周波数 : 1 0 0 k H z  
スポット径 :  $\phi$  2 . 5  $\mu$  m  
送り速度 : 3 0 0 m m / s

**【0045】**

改質層形成ステップ実施後、図9に示す分割装置80を使用してウエーハ11に外力を付与し、ウエーハ11を個々のデバイスチップ21へと分割する分割ステップを実施する。図9に示す分割装置80は、環状フレームFを保持するフレーム保持手段82と、フレーム保持手段82に保持された環状フレームFに装着されたダイシングテープTを拡張するテープ拡張手段84を具備している。

10

**【0046】**

フレーム保持手段82は、環状のフレーム保持部材86と、フレーム保持部材86の外周に配設された固定手段としての複数のクランプ88から構成される。フレーム保持部材86の上面は環状フレームFを載置する載置面86aを形成しており、この載置面86a上に環状フレームFが載置される。

**【0047】**

そして、載置面86a上に載置された環状フレームFは、クランプ88によってフレーム保持手段86に固定される。このように構成されたフレーム保持手段82はテープ拡張手段84によって上下方向に移動可能に支持されている。

20

**【0048】**

テープ拡張手段84は、環状のフレーム保持手段86の内側に配設された拡張ドラム90を具備している。拡張ドラム90の上端は蓋92で閉鎖されている。この拡張ドラム90は、環状フレームFの内径より小さく、環状フレームFに装着されたダイシングテープTに貼着されたウエーハ11の外径より大きい外径を有している。

**【0049】**

拡張ドラム90はその下端に一体的に形成された支持フランジ94を有している。テープ拡張手段84は更に、環状のフレーム保持部材86を上下方向に移動する駆動手段96を具備している。この駆動手段96は支持フランジ94上に配設された複数のエアシリンダ98から構成されており、そのピストンロッド100はフレーム保持部材86の下面に連結されている。

30

**【0050】**

複数のエアシリンダ98から構成される駆動手段96は、環状のフレーム保持部材86を、その載置面86aが拡張ドラム90の上端である蓋92の表面と略同一高さとなる基準位置と、拡張ドラム90の上端より所定量下方の拡張位置との間で上下方向に移動する。

**【0051】**

以上のように構成された分割装置80を用いて実施するウエーハ11の分割ステップについて図9を参照して説明する。図10(A)に示すように、ウエーハ11をダイシングテープTを介して支持された環状フレームFを、フレーム保持部材86の載置面86a上に載置し、クランプ88によってフレーム保持部材86を固定する。この時、フレーム保持部材86はその載置面86aが拡張ドラム90の上端と略同一高さとなる基準位置に位置づけられる。

40

**【0052】**

次いで、エアシリンダ98を駆動してフレーム保持部材86を図10(B)に示す拡張位置に下降する。これにより、フレーム保持部材86の載置面86a上に固定されている環状フレームFも下降するため、環状フレームFに装着されたダイシングテープTは拡張ドラム90の上端を閉鎖した蓋92に当接して主に半径方向に拡張される。

**【0053】**

50

その結果、ダイシングテープTに貼着されているウエーハ11には、放射状に引っ張り力が作用する。このようにウエーハ11に放射状に引っ張り力が作用すると、第1、第2の分割予定ライン13a、13bに沿って形成された改質層19が分割起点となってウエーハ11が第1、第2の分割予定ライン13a、13bに沿って割断され、個々のデバイスチップ21に分割される。

#### 【0054】

上述した実施形態によると、改質層形成ステップにおいて、パルスレーザービームの中心から加工送り方向下流側外周に至る部分を欠落させて、パルスレーザービームの集光点をウエーハ11の内部に位置づけるようにしたので、改質層19を形成するには十分なエネルギーが確保されると共に、改質層19から伝播した微細なクラック23がウエーハ11の表面11a側に存在していても、集光点19を通過したパルスレーザービームは集光点19を中心として点対称に反転して、パルスレーザービームの一部が欠落した漏れ光75b'が表面側に形成されたクラック23に位置づけられるので、漏れ光の散乱は極めて少なく、ウエーハ11の表面11aに形成されたデバイス15が損傷されるのを防止することができる。

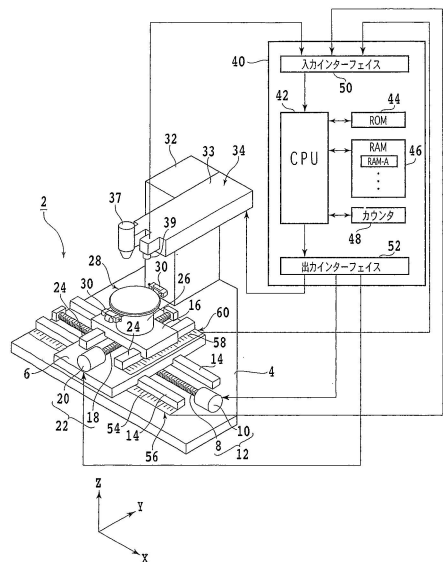
#### 【符号の説明】

#### 【0055】

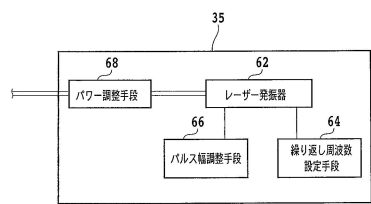
|      |               |    |
|------|---------------|----|
| 2    | レーザー加工装置      |    |
| 11   | シリコンウエーハ      |    |
| 13a  | 第1の分割予定ライン    | 20 |
| 13b  | 第2の分割予定ライン    |    |
| 15   | デバイス          |    |
| 19   | 改質層           |    |
| 21   | デバイスチップ       |    |
| 23   | クラック          |    |
| 28   | チャックテーブル      |    |
| 34   | レーザービーム照射ユニット |    |
| 35   | レーザービーム発生ユニット |    |
| 37   | 集光器           |    |
| 39   | 撮像ユニット        | 30 |
| 62   | レーザー発振器       |    |
| 64   | 繰り返し周波数設定手段   |    |
| 70   | マスク           |    |
| 70a  | 遮光部分          |    |
| 70b  | 透明部分          |    |
| 74   | 集光レンズ         |    |
| 75   | ビーム断面積        |    |
| 75a  | パワーの強い部分      |    |
| 75b  | パワーの弱い部分      |    |
| 75b' | パワーの弱い漏れ光     | 40 |
| 80   | 分割装置          |    |
| T    | ダイシングテープ      |    |
| F    | 環状フレーム        |    |



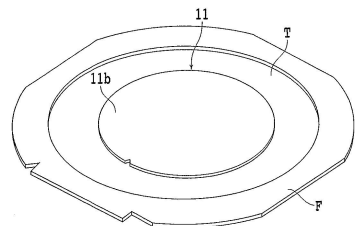
【図 1】



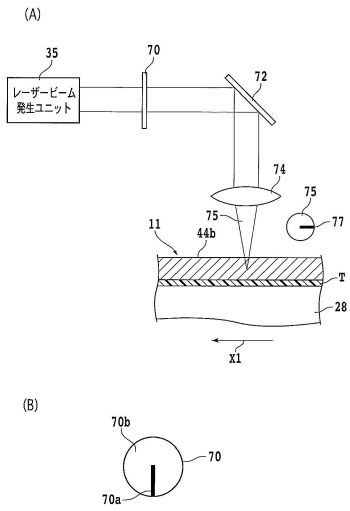
【図 2】



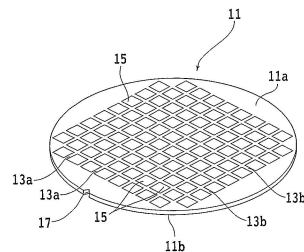
【図 5】



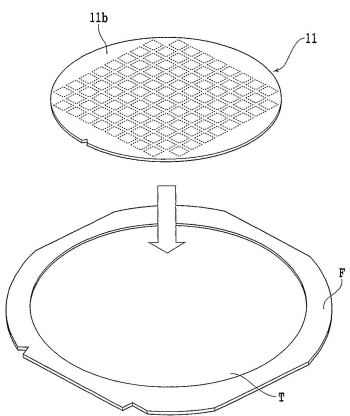
【図 6】



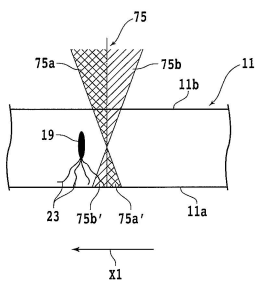
【図 3】



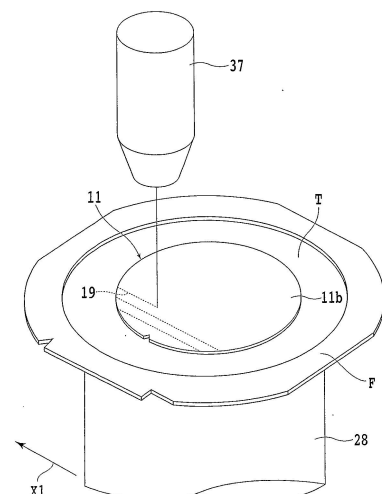
【図 4】



【図 7】



【図 8】





---

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2006-108459 (JP, A)  
国際公開第2014/157245 (WO, A1)  
特開2007-258236 (JP, A)  
米国特許出願公開第2006/0079069 (US, A1)  
特開2007-167918 (JP, A)  
特開2006-319198 (JP, A)  
特開2005-074485 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01L 21/301  
B23K 26/066  
B23K 26/53