

(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2014-105147

(P2014-105147A)

(43) 公開日 平成26年6月9日(2014. 6. 9)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
C O 3 B 33/037 (2006.01)	C O 3 B 33/037	3 C O 6 9
B 2 3 K 26/364 (2014.01)	B 2 3 K 26/00 D	4 E O 6 8
B 2 3 K 26/04 (2014.01)	B 2 3 K 26/04 Z	4 G O 1 5
B 2 3 K 26/00 (2014.01)	B 2 3 K 26/00 N	
B 2 8 D 5/00 (2006.01)	B 2 3 K 26/00 G	
審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 15 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2012-260984 (P2012-260984)
 (22) 出願日 平成24年11月29日 (2012. 11. 29)

(71) 出願人 390000608
 三星ダイヤモンド工業株式会社
 大阪府摂津市香露園32番12号
 (74) 代理人 110000202
 新樹グローバル・アイビー特許業務法人
 (72) 発明者 福原 健司
 大阪府摂津市香露園32番12号 三星ダイヤモンド工業株式会社内
 Fターム(参考) 3C069 AA03 BA08 BC03 CA11 EA04
 4E068 AD01 CA02 CA09 CD08 CD09
 CD11 CE04 DB13
 4G015 FA01 FA03 FA06 FA07 FB01
 FB02 FC02 FC10 FC14

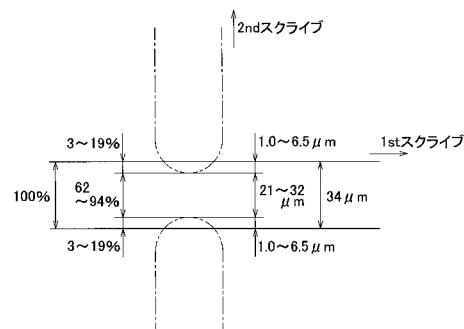
(54) 【発明の名称】 レーザ加工方法及びレーザ加工装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】簡単な工程で、分断不良を生じさせることなく確実に基板をレーザーにより分断する方法を提供する。

【解決手段】脆性材料基板表面の交差する第1及び第2加工予定ラインに沿ってレーザー光を照射し、脆性材料基板表面に複数の溝を形成する方法であって、第1工程及び第2工程を含む。第1工程は、第1加工予定ラインに沿ってパルスレーザー光を照射して脆性材料基板に第1方向の溝を形成する。第2工程は、第2加工予定ラインに沿ってパルスレーザー光を照射するとともに、第1方向の溝と交差する部分ではパルスレーザー光の照射を停止して、脆性材料基板の第2方向の溝を形成する。

【選択図】 図8



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

脆性材料基板表面の交差する第 1 及び第 2 加工予定ラインに沿ってレーザ光を照射し、脆性材料基板表面に複数の溝を形成するレーザ加工方法であって、

前記第 1 加工予定ラインに沿ってパルスレーザ光を照射して脆性材料基板に第 1 方向の溝を形成する第 1 工程と、

前記第 2 加工予定ラインに沿ってパルスレーザ光を照射するとともに、前記第 1 方向の溝と交差する部分ではパルスレーザ光の照射を停止して、脆性材料基板に第 2 方向の溝を形成する第 2 工程と、

を含むレーザ加工方法。

10

【請求項 2】

前記第 2 工程では、前記第 1 方向の溝幅内でパルスレーザ光の照射停止及び照射再開を実施する、請求項 1 に記載のレーザ加工方法。

【請求項 3】

前記第 2 工程では、前記第 1 方向の溝の中心を挟んで前記第 1 方向の溝幅の 62% 以上 94% 以下の範囲内でレーザ光の照射を停止する、請求項 2 に記載のレーザ加工方法。

【請求項 4】

前記第 1 工程及び前記第 2 工程では、パルスレーザ光により脆性材料基板をアブレーション加工すると同時に加工部を溶融して前記第 1 及び第 2 方向の溝を形成する、請求項 1 から 3 のいずれかに記載のレーザ加工方法。

20

【請求項 5】

脆性材料基板表面の交差する第 1 及び第 2 加工予定ラインに沿ってレーザ光を照射し、脆性材料基板表面に複数の溝を形成するレーザ加工装置であって、

パルスレーザ光を発振するレーザ発振器及び発振されたパルスレーザ光を集光して照射する光学系を有するレーザ光照射機構と、

前記レーザ光照射機構を脆性材料基板表面の加工予定ラインに沿って相対的に移動させるための移動機構と、

前記レーザ光照射機構及び前記移動機構を制御して、前記脆性材料基板に交差する溝を形成する加工制御部と、

を備え、

30

前記加工制御部は、

前記第 1 加工予定ラインに沿ってパルスレーザ光を照射して脆性材料基板に第 1 方向の溝を形成する第 1 機能と、

前記第 2 加工予定ラインに沿ってパルスレーザ光を照射するとともに、前記第 1 方向の溝と交差する部分ではパルスレーザ光の照射を停止して、脆性材料基板の第 2 方向の溝を形成する第 2 機能と、

を有する、

レーザ加工装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】**

40

【0001】

本発明は、レーザ加工方法及びレーザ加工装置、特に、脆性材料基板表面の交差する第 1 及び第 2 加工予定ラインに沿ってレーザ光を照射し、脆性材料基板表面に複数の溝を形成するレーザ加工方法及びそれを実施するためのレーザ加工装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

電子部品材料として使用される矩形ガラスは、母材としての 1 枚の大きな基板（ガラス板）を互いに直交する方向に分断することによって得られる。分断方法としては、カッターホイール等を圧接転動させて溝を形成した後、形成された溝に沿って基板に対して垂直方向から外力を加え、基板を分断する方法が広く行われている。

50

【0003】

また、特許文献1には、互いに直交する加工予定ラインに沿って基板表面にレーザ光を照射し、各加工予定ラインに沿って溝を形成した後、外力を基板に加えて分断する方法も提案されている。

【0004】

さらに特許文献2には、別のレーザ加工方法が示されている。この方法では、加工予定ラインに沿ってパルスレーザ光が照射されることによって基板表面がアブレーション加工され、これと同時にアブレーション加工で形成された溝の表面が溶融されアブレーション加工によって生じるマイクロクラックを減少させている。このような方法によって、基板に溝が形成される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2012-31035号公報

【特許文献2】特開2010-274328号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

特許文献1に示された方法では、2つの加工予定ラインが交差する部分の4つの角部のそれぞれに反射部材を設ける必要があり、加工工程が煩雑になる。

【0007】

また、特許文献2に示された方法を用いて2つの直交する溝を形成する（以下、「クロススクライブ」と記す）ことも可能である。しかし、この場合は、第1方向の溝を形成した後、第2方向の溝を形成する場合に、溝が交差する部分の近傍で、加工不良が生じやすい。

【0008】

具体的には、第2方向の溝を形成する際に、レーザ光の照射による熱影響で、第1方向の溝にクラックが発生したり、交点部において基板（ガラス）が固着して分断不良が生じたりする場合がある。また、第2方向の溝の分断面の角部にソゲ（凹凸）が発生しやすくなる。

【0009】

このため、例えば、後工程である第2方向の溝形成時のレーザ光の出力を、第1方向の溝形成時に比較して低く設定する等の制御が必要になる。しかし、基板の種類によっては、欠陥や分断不良が生じない程度にレーザ光の出力を低下させると、分断ができなくなる等の問題がある。このため、クロススクライブする場合のレーザ光の条件設定が非常に困難である。

【0010】

本発明の課題は、簡単な工程で、分断不良を生じさせることなく確実に基板を分断できるようにすることある。

【課題を解決するための手段】

【0011】

本発明の第1側面に係るレーザ加工方法は、脆性材料基板表面の交差する第1及び第2加工予定ラインに沿ってレーザ光を照射し、脆性材料基板表面に複数の溝を形成する方法であって、第1工程及び第2工程を含む。第1工程は、第1加工予定ラインに沿ってパルスレーザ光を照射して脆性材料基板に第1方向の溝を形成する。第2工程は、第2加工予定ラインに沿ってパルスレーザ光を照射するとともに、第1方向の溝と交差する部分ではパルスレーザ光の照射を停止して、脆性材料基板に第2方向の溝を形成する。

【0012】

ここでは、第2方向の溝を形成する際に、先に形成された第1方向の溝と交差する部分においてパルスレーザ光の照射を停止している。このため、交差する部分及びその近傍に

10

20

30

40

50

、熱影響によるクラックやソゲ等の欠陥が生じにくくなる。また、第1及び第2方向の溝を同じレーザ光の照射条件で加工でき、加工が容易になる。しかも適切な深さの溝を形成することができ、後工程で容易に基板を分断することができる。

【0013】

本発明の第2側面に係るレーザ加工方法は、第1側面の方法において、第2工程では、第1方向の溝幅内でパルスレーザ光の照射停止及び照射再開を実施する。

【0014】

ここで、第2方向の溝を形成する際に、第1方向の溝が形成されていない未加工部分でパルスレーザ光の照射停止及び照射再開を行うと、パルスレーザ光の照射を停止した位置及び再開をした位置の近傍にクラックが生じやすく、製品の不良率が高くなる。

10

【0015】

そこで、この第2側面の方法では、既に形成されている第1方向の溝幅内でパルスレーザ光の照射を停止及び再開するようにしている。これにより、製品部分にクラック等の欠陥が生じるのを抑えることができる。

【0016】

本発明の第3側面に係るレーザ加工方法は、第2側面の方法において、第2工程では、第1方向の溝の中心を挟んで第1方向の溝幅の62%以上94%以下の範囲内でレーザ光の照射を停止する。

【0017】

ここでは、両方向の溝の交差部分近傍における欠陥をより抑えることができる。

20

【0018】

本発明の第4側面に係るレーザ加工方法は、第1から第3側面のいずれかの方法において、第1工程及び第2工程では、パルスレーザ光により脆性材料基板をアブレーション加工すると同時に加工部を溶融して第1及び第2方向の溝を形成する。

【0019】

ここでは、パルスレーザ光により基板をアブレーション加工すると同時に加工部を溶融して基板表面に第1及び第2方向の溝が形成される。このような加工方法では、溝の近傍が加熱されるので、熱影響による欠陥が生じやすい。

【0020】

そこで、このような加工方法において本発明の方法を採用することにより、熱影響による欠陥を効果的に抑えることができる。

30

【0021】

本発明の第6側面に係るレーザ加工装置は、脆性材料基板表面の交差する第1及び第2加工予定ラインに沿ってレーザ光を照射し、脆性材料基板表面に複数の溝を形成する装置である。この加工装置は、レーザ光照射機構と、移動機構と、加工制御部と、を備えている。レーザ光照射機構はパルスレーザ光を発振するレーザ発振器及び発振されたパルスレーザ光を集光して照射する光学系を有する。移動機構はレーザ光照射機構を脆性材料基板表面の加工予定ラインに沿って相対的に移動させる。加工制御部は、レーザ光照射機構及び移動機構を制御して、脆性材料基板に交差する溝を形成する。また、加工制御部は第1機能と第2機能とを有している。第1機能は第1加工予定ラインに沿ってパルスレーザ光を照射して脆性材料基板に第1方向の溝を形成する。第2機能は、第2加工予定ラインに沿ってパルスレーザ光を照射するとともに、第1方向の溝と交差する部分ではパルスレーザ光の照射を停止して、脆性材料基板の第2方向の溝を形成する。

40

【発明の効果】

【0022】

以上のように本発明では、簡単な工程で、分断不良を生じさせることなく確実に基板を分断することができる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】本発明の加工方法を実施するためのレーザ加工装置の概略構成図。

50

【図 2】本発明の一実施形態によるアブレーション加工を模式的に示す図。

【図 3】パルスレーザ光の制御のタイミングチャート例を示す図。

【図 4】従来のレーザ加工方法によりクロススクライブした場合の基板表面及び分断面を示す写真。

【図 5】従来及び本発明の一実施形態によるレーザ加工方法によりクロススクライブした場合の基板表面を示す写真。

【図 6】従来及び本発明の一実施形態によるレーザ加工方法によりクロススクライブした場合の分断面を示す写真。

【図 7】最適条件でクロススクライブした場合の基板表面及び分断面を示す写真。

【図 8】パルスレーザ光の制御例を示す模式図。

10

【発明を実施するための形態】

【0024】

〔レーザ加工装置〕

本発明の一実施形態によるレーザ加工装置を図 1 に示す。このレーザ加工装置は、レーザ発振器 1 と、ミラー機構 2 と、レンズ機構 3 と、X Y ステージ 4 と、を備えている。レーザ発振器 1、ミラー機構 2、及びレンズ機構 3 によりレーザ光照射機構が構成され、また X Y ステージにより移動機構が構成されている。また、このレーザ加工装置は、レーザ制御部 11 及び移動制御部 12 を含む制御部 10 を有している。レーザ制御部 11 は、レーザ光の照射及び出力等の加工条件を制御する。移動制御部 12 は X Y ステージ 4 の移動を制御する。

20

【0025】

レーザ発振器 1 はパルスレーザ光を発振する。このレーザ発振器 1 は、Y A G レーザ、I R レーザ等の周知のパルスレーザ光の発振器であれば、特に限定されるものではない。加工される脆性材料基板（以下、単に「基板」と記す）5 の材質に応じて、アブレーション加工が可能な波長のレーザを適宜選択すればよい。

【0026】

ミラー機構 2 は、レンズ機構 3 とともに集光光学機構を形成し、基板 5 に略鉛直方向からパルスレーザ光を照射できるように、パルスレーザ光の進行方向を変更する。ミラー機構 2 として、1 又は複数の鏡面を用いてもよいし、プリズム、回折格子等を利用してもよい。

30

【0027】

レンズ機構 3 はパルスレーザ光を集光するものである。より詳細には、このレンズ機構 3 は、基板 5 の厚みに応じて、パルスレーザ光を集光する位置である焦点位置の上下方向の位置を調整する。この焦点位置の調整は、レンズ機構 3 のレンズを交換することにより調整してもよいし、レンズ機構 3 の上下方向の位置を図示しないアクチュエータにより変更して調整してもよい。

【0028】

X Y ステージ 4 は、分断の対象となるガラス基板等の加工すべき基板 5 を載置するテーブルであり、互いに直交する X 方向及び Y 方向に移動可能である。この X Y ステージ 4 を移動制御部 12 により制御し、X 方向及び Y 方向に所定の速度で移動させることにより、X Y ステージ 4 に載置された基板 5 とパルスレーザ光との相対位置を自在に変更することができる。通常は、X Y ステージ 4 を移動させて、基板 5 の表面に形成されるスクライブ溝 6 の加工予定ラインに沿ってパルスレーザ光を移動させる。また、加工時の X Y ステージ 4 の移動速度は移動制御部 12 により制御される。

40

【0029】

〔アブレーション加工について〕

図 2 は、パルスレーザ光によるアブレーション加工の一例を示したものである。この図に示されるように、レーザ発振器 1 から出射されたパルスレーザ光は、レンズ機構 3 により基板 5 の上面近傍にて集光される。パルスレーザ光が吸収される場合、図 2 (a) に示すように、基板 5 の焦点位置近傍が加熱される。

50

【0030】

基板5の焦点位置近傍の温度が、基板5の沸点を超えた場合、図2(b)に示すように、沸点を超える部分については成分が蒸散する。一方、焦点位置から少し離れた部分では、基板5の沸点には到達しないが融点を超える部分が存在する。この部分は、図2(c)に示すように表面が溶融し、その後放熱により温度が低下すると、図2(d)に示すように固着することにより溶融痕が形成される。

【0031】

以上のような加工方法によってスクライプ溝を形成する場合、スクライプ溝に溶融痕が形成されない条件、すなわち熱影響を抑えた条件でパルスレーザ光を用いてアブレーション加工すると、スクライプ溝に沿って欠陥が生じやすい。また、溶融過多となった場合には、スクライプ溝からクラックが生じる。したがって、パルスレーザ光の出力や走査速度等の適切な条件を設定して加工を行う必要がある。

10

【0032】

〔レーザ加工方法〕

基板5に対して、互いに直交するX方向及びY方向に沿ってスクライプ溝を形成する場合は、まず、パルスレーザ光を集光して基板5の表面に照射する。そして、このパルスレーザ光をX方向の加工予定ラインに沿って走査する（以下、この工程を「1stスクライプ」と記す）。これにより、X方向の加工予定ラインに沿って、スクライプ溝が形成される。次に、X方向の加工と同様の条件で、Y方向の加工予定ラインに沿ってパルスレーザ光を走査する（以下、この工程を「2ndスクライプ」と記す）。このとき、X方向のスクライプ溝が形成された溝幅内で、パルスレーザ光の照射を所定期間だけ停止する。このパルスレーザ光の一時的な照射停止を、図3のタイミングチャートで示すように、両方向の溝の交点部分ごとに行う。図3において、(a)はパルスレーザ光の駆動用信号の波形であり、「H」がパルスレーザ光のオフ（照射停止）、「L」がパルスレーザ光のオン（照射）を示している。また、(b)は交点ごとにレーザ出力が所定期間「0」であることを示している。

20

【0033】

なお、X方向及びY方向の溝加工を行う場合は、基板5に対してパルスレーザ光を用いたアブレーション加工を行うと同時に基板5に熱影響を与えて加工部を溶融させ、溝を形成する。

30

【0034】

〔実験例〕

ー実験1ー

図4にパルスレーザ光の制御（照射停止及び再開）を行わずにクロススクライプを行った場合の基板表面及び分断面の様子を示している。パルスレーザ光は、波長が266nm、平均出力が7Wであり、基板は厚みが0.3mmのOA-10（日本電気硝子社製）である。また、図の2nd側から加工を行い、加工幅は34μm、加工深さは44μmである。

【0035】

図4(a)は分断前の基板表面、(b)は分断後の基板表面、(c)は1stスクライプ側の分断面、(d)は2ndスクライプ側の分断面を、それぞれ示している。

40

【0036】

この実験1から、パルスレーザ光の制御を行わない場合は以下のような結果になることがわかった。

【0037】

- ・1st側の溝（スクライプライン）にクラックが発生する。

【0038】

- ・交点部で基板（ガラス）が固着し、分断不良が発生する場合がある。

【0039】

- ・2ndスクライプ側の分断面の角において、ソゲが発生する。

【0040】

50

－実験 2－

図 5 は、パルスレーザ光の一時的な照射停止の制御（以下、単に「制御」と記す）を行わない場合（a）と制御を行った場合（b）の基板表面の加工状態を示している。ここでは、1 s t スクライブ側から加工を行い、2 n d スクライブ時に交点部でパルスレーザ光の制御を行った。パルスレーザ光の条件、基板、加工幅及び深さについては、実験 1 と同様である。

【0041】

なお、各図において、「指令値」とは、制御部 10 において指令されるパルスレーザ光の照射を停止する距離である。この指令値に対する実際の照射停止距離は、照射停止位置及び照射開始位置のそれぞれでパルス集光径の $1/2$ だけ短くなり、結局、指令値より概略パルスの集光径分だけ短くなる。

【0042】

図 5（b）から、パルスレーザ光の制御を行うことにより、1 s t スクライブラインにクラックは発生しないことがわかる。また、指令値 $50\text{ }\mu\text{m}$ 以上、すなわち 1 s t スクライブで溝が形成されていない未加工領域でパルスレーザ光の照射停止及び再開を行うと、加工ラインが途切れ、2 n d スクライブ側にチッピング発生している。

【0043】

以上から、溝の加工幅が $34\text{ }\mu\text{m}$ の場合は、指令値としては $40\text{ }\mu\text{m}$ （実際の距離は $32\text{ }\mu\text{m}$ （実測））以下にする必要があることがわかる。

【0044】

また、図 6 は、実験 2 における、パルスレーザ光の制御を行わない場合（a）と制御を行った場合（b）の分断面の加工状態を示している。ここでは、2 n d スクライブ側の分断面を比較して示している。

【0045】

図 6（b）から、パルスレーザ光の制御を行った場合、指令値 $20\text{ }\mu\text{m}$ 以下で加工した場合は、2 n d スクライブ側分断面の角部にソゲが発生している。

【0046】

以上から、溝の加工幅が $34\text{ }\mu\text{m}$ の場合は、指令値としては $30\text{ }\mu\text{m}$ （実際の距離は $21\text{ }\mu\text{m}$ （実測））以上にする必要があることがわかる。

【0047】

－実験 3－

図 7 に最適条件でパルスレーザ光の制御を実行して加工を行った場合を示している。

【0048】

パルスレーザ光は、波長が 266 nm 、平均出力が 7 W であり、パルスレーザ光の制御指令値（照射停止距離）は $40\text{ }\mu\text{m}$ （実際の距離は $32\text{ }\mu\text{m}$ ）である。基板は厚みが 0.3 mm の OA-10（日本電気硝子社製）である。また、図の 1 s t 側から加工を行い、加工幅は $34\text{ }\mu\text{m}$ 、加工深さは $44\text{ }\mu\text{m}$ である。

【0049】

図 7（a）は分断前の基板表面、（b）は分断後の基板表面、（c）は 1 s t スクライブ側の分断面、（d）は 2 n d スクライブ側の分断面を、それぞれ示している。

【0050】

これらの図から明らかなように、基板（ガラス）の固着や熱影響による欠陥は見受けられない。

【0051】

[まとめ]

以上の実験結果をまとめると、以下のことがわかる。

【0052】

（1）加工されたスクライブ溝以外の部分（未加工部分）でパルスレーザ光の照射を停止又は再開すると、クラックが発生する。

【0053】

10

20

30

40

50

(2) 指令値 $50\text{ }\mu\text{m}$ (実際の距離 $45\text{ }\mu\text{m}$)以上では、基板表面にチッピングが発生する。また、指令値 $20\text{ }\mu\text{m}$ (実際の距離 $9\text{ }\mu\text{m}$)以下では、分断面の角部にソゲが発生する。したがって、1st スクライブの加工幅(溝幅)が $34\text{ }\mu\text{m}$ の場合は、2nd スクライブ側交点部のパルスオフの指令値を30以上 $40\text{ }\mu\text{m}$ 以下(実際の距離では21以上 $32\text{ }\mu\text{m}$ 以下)に設定する必要がある。

【0054】

以上を一般化すると、図8に模式的に示すように、2nd 側のパルスレーザー光の照射を停止する領域は、1st 側のスクライブ溝の溝幅内で、溝の中心を挟んで、1st 側の加工幅(溝幅)の62以上94%以下にするのが最適である。

【0055】

10

[他の実施形態]

本発明は以上のような実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲を逸脱することなく種々の変形又は修正が可能である。

【0056】

対象となる基板は、実験例で示した基板に限定されるものではなく、種々のガラス基板や他の脆性材料基板に対して本発明を適用可能である。

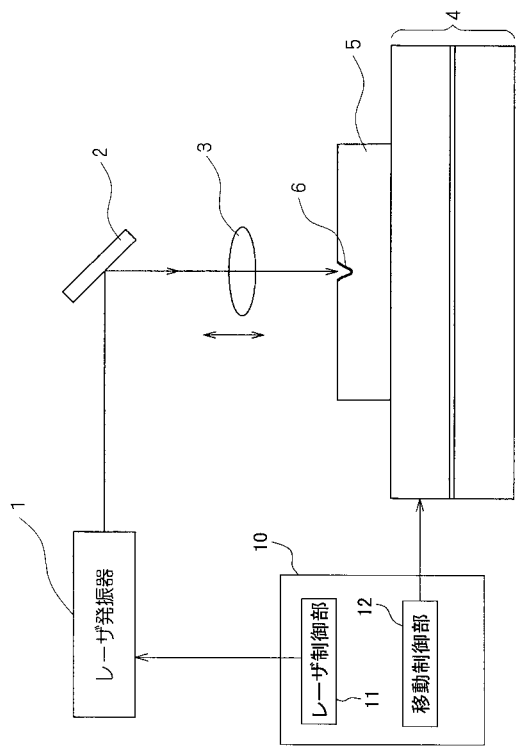
【符号の説明】

【0057】

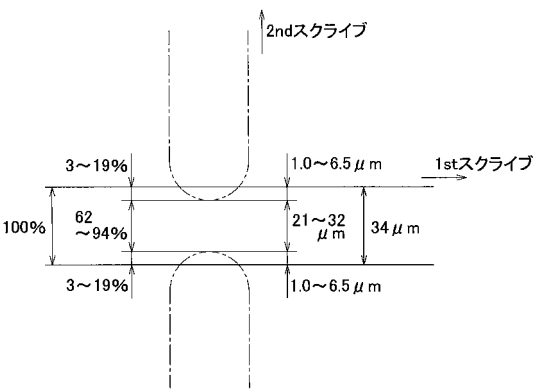
- 1 レーザ発振器
- 2 ミラー機構
- 3 レンズ機構
- 4 XYステージ
- 5 基板
- 10 制御部
- 11 レーザ制御部
- 12 移動制御部

20

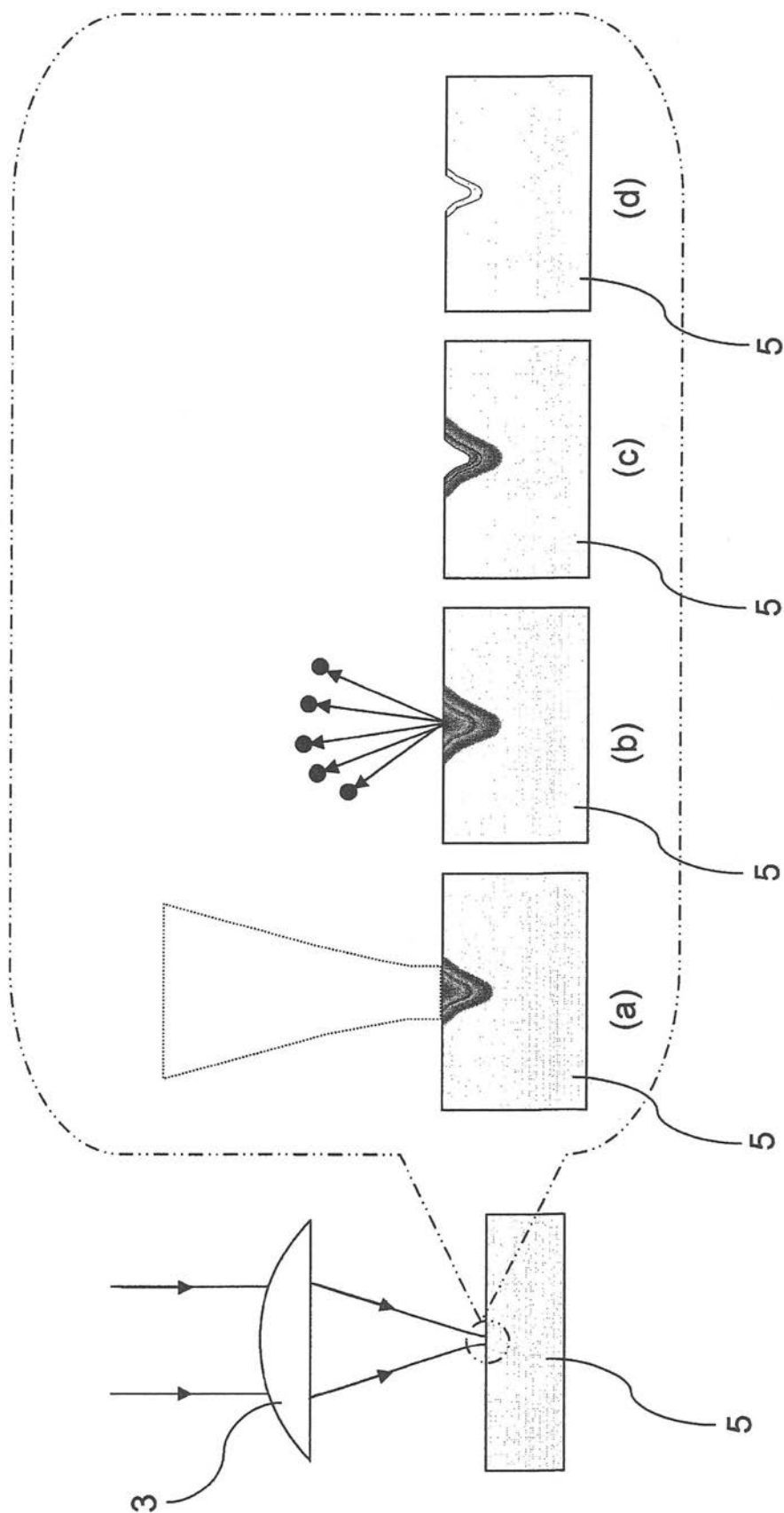
【図 1】



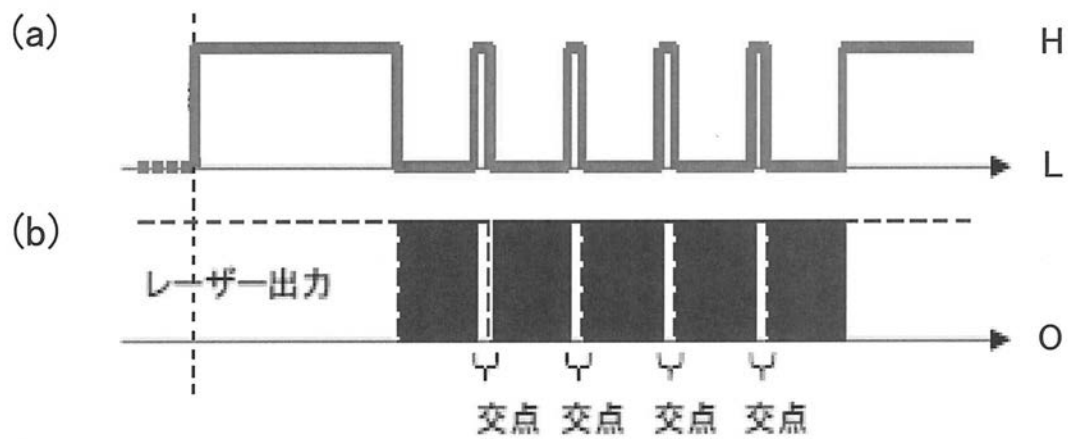
【図 8】



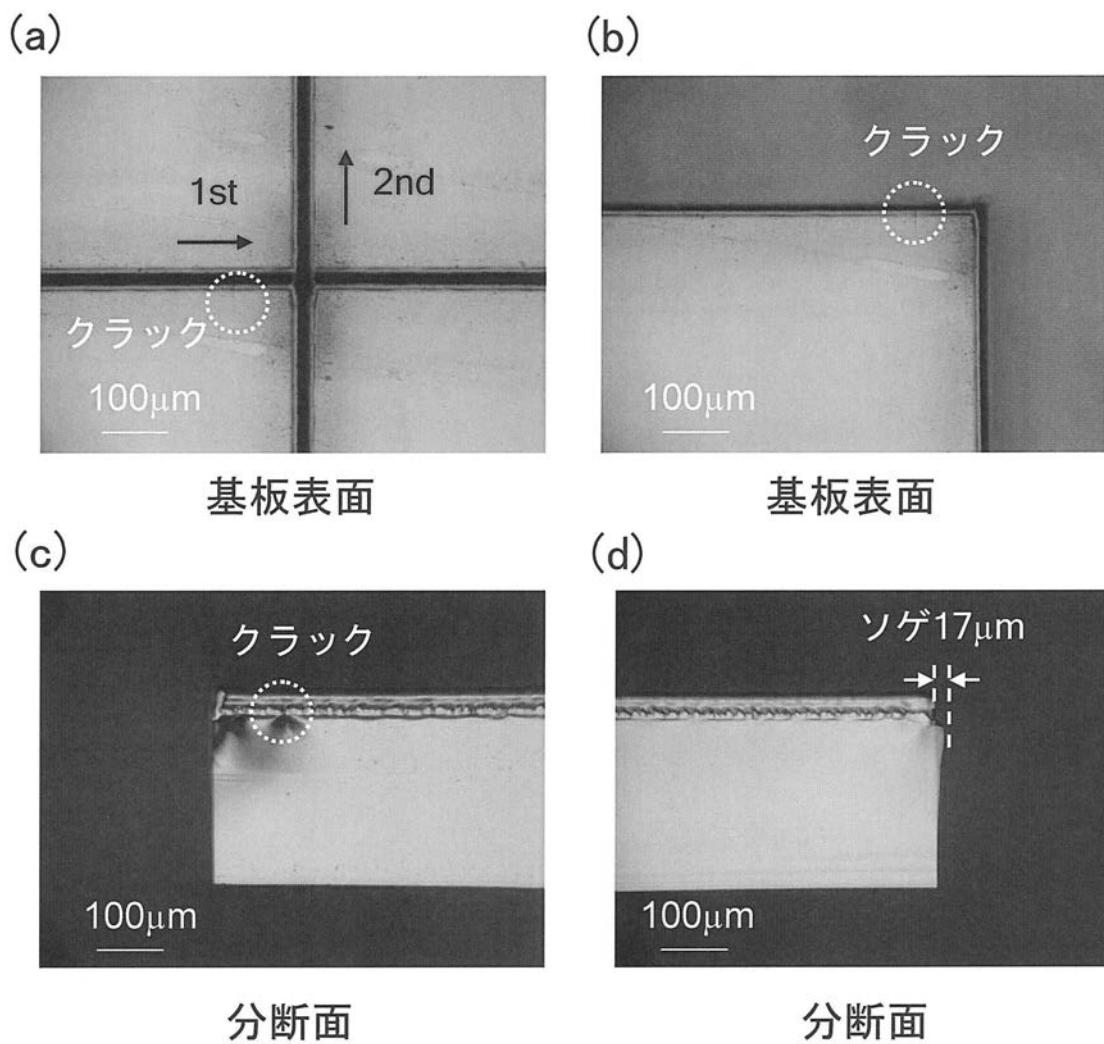
【図 2】



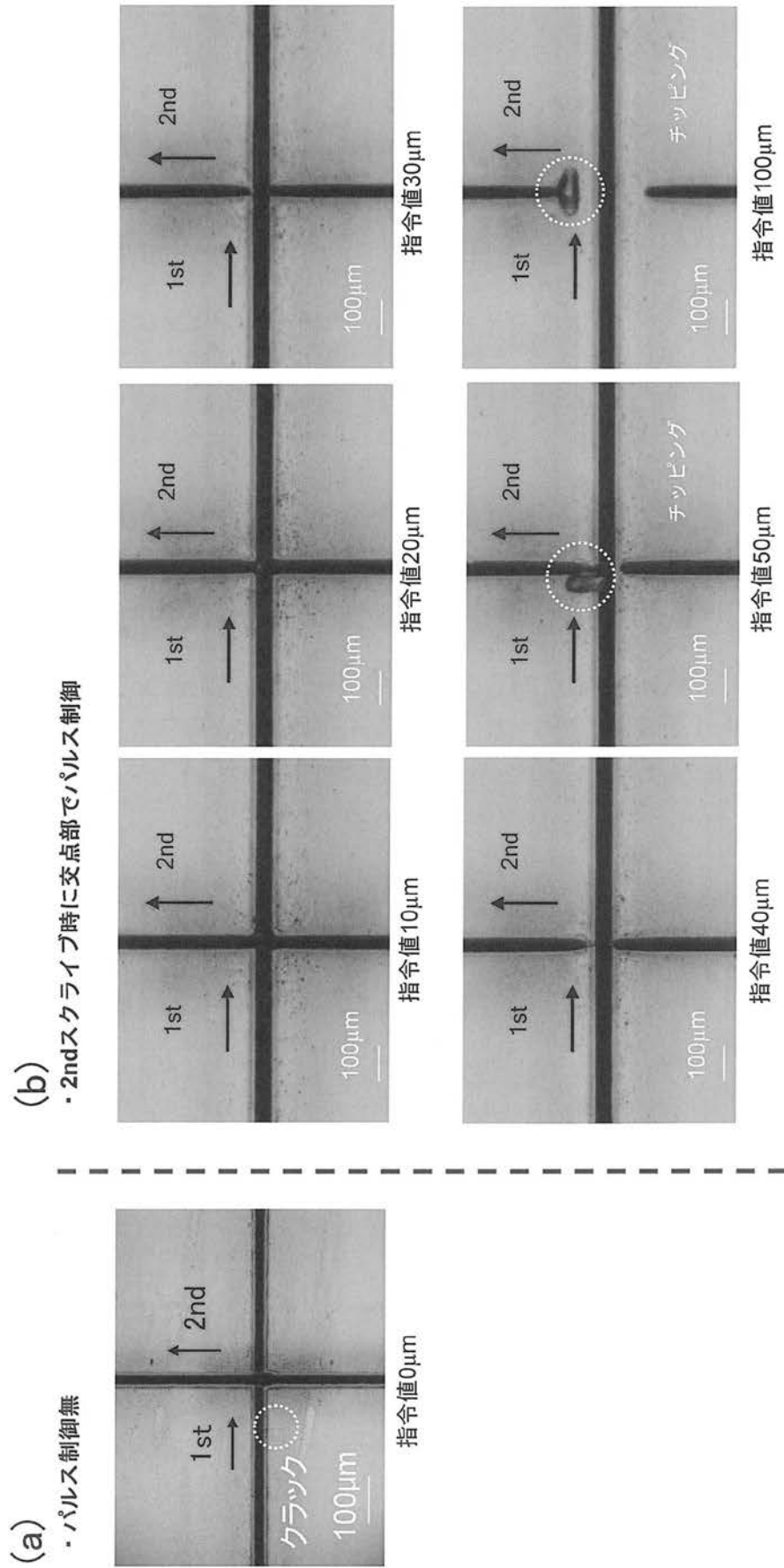
【図 3】



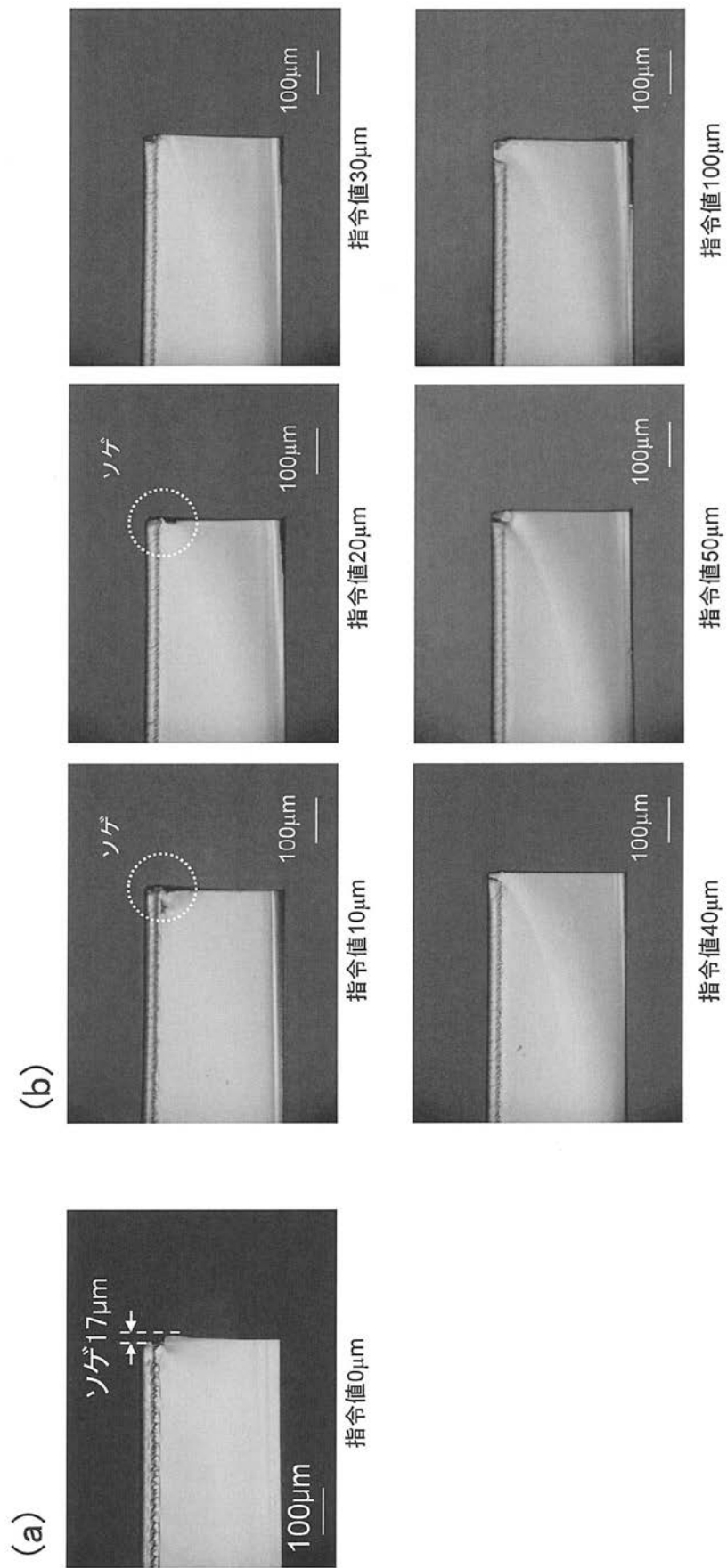
【図 4】



【図 5】

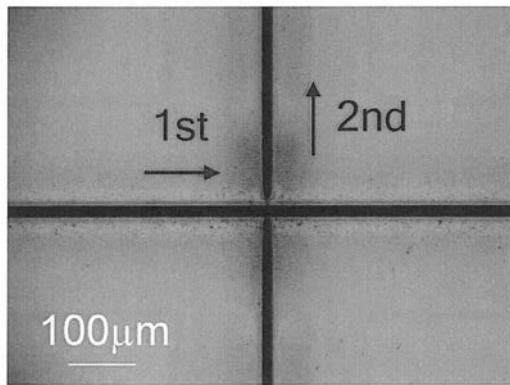


【図 6】



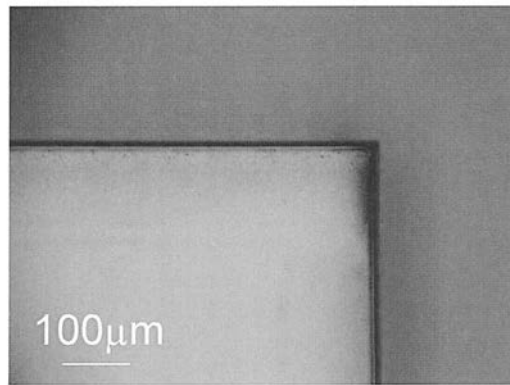
【図 7】

(a)



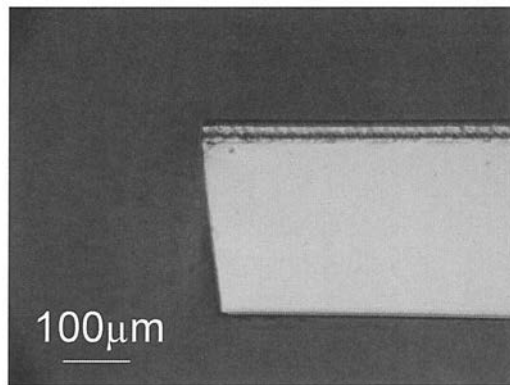
基板表面

(b)



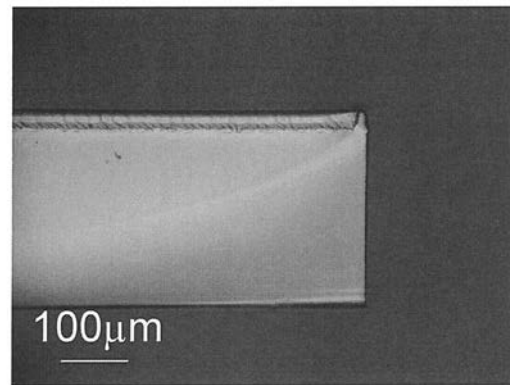
基板表面

(c)



分断面

(d)



分断面

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード (参考)

C 0 3 B 33/08 (2006.01)

B 2 8 D 5/00

Z

C 0 3 B 33/09 (2006.01)

C 0 3 B 33/08

C 0 3 B 33/09