

(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2005-212364

(P2005-212364A)

(43) 公開日 平成17年8月11日(2005.8.11)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
B28D 5/00	B28D 5/00 Z	2H088
B23K 26/00	B23K 26/00 320E	3C069
B23K 26/06	B23K 26/06 E	4E068
B23K 26/14	B23K 26/14 Z	4G015
C03B 33/09	C03B 33/09	5G435

審査請求 未請求 請求項の数 14 O L (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2004-23636 (P2004-23636)  
 (22) 出願日 平成16年1月30日 (2004.1.30)

(71) 出願人 000002428  
 芝浦メカトロニクス株式会社  
 神奈川県横浜市栄区笠間2丁目5番1号  
 (71) 出願人 000003078  
 株式会社東芝  
 東京都港区芝浦一丁目1番1号  
 (74) 代理人 100075812  
 弁理士 吉武 賢次  
 (74) 代理人 100091982  
 弁理士 永井 浩之  
 (74) 代理人 100096895  
 弁理士 岡田 淳平  
 (74) 代理人 100117787  
 弁理士 勝沼 宏仁

最終頁に続く

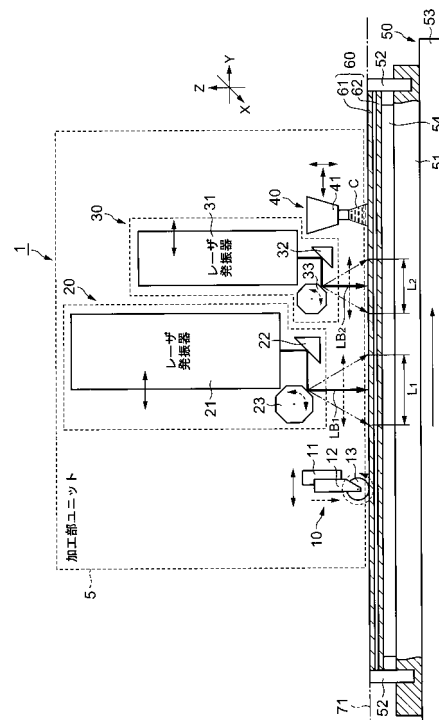
(54) 【発明の名称】 脆性材料の割断加工システム及びその方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 脆性材料の高品位でかつ高速な割断加工を実現することができる、脆性材料の割断加工システム及びその方法を提供する。

【解決手段】 被加工基板60を加工部ユニット5に対して相対的に移動させ、割断線リードユニット10、予熱ユニット20、割断ユニット30及び冷却ユニット40を被加工基板60上で割断予定線71に沿ってこの順番で相対的に移動させる。このとき、割断ユニット30により被加工基板60上に線状のレーザービームLB2を照射することで被加工基板60を所定の温度で局部的に加熱し、次いで、冷却ユニット40により被加工基板60上に冷却剤Cを吹き付けることで被加工基板60を局部的に冷却する。被加工基板60上に照射される線状のレーザービームLB2の照射パターン66は、割断予定線71に沿う方向に関して均一な強度分布を有している。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

脆性材料からなる被加工基板を局部的に加熱し、その熱応力によって当該被加工基板に亀裂を生じさせて切断加工を行う切断加工システムにおいて、

切断予定線に沿う方向に延びる線状の照射パターンを有するレーザービームを前記被加工基板上に照射して当該被加工基板を局部的に加熱する切断ユニットと、

前記切断ユニットに対して前記被加工基板を相対的に移動させ、前記切断ユニットにより前記被加工基板上で局部的に加熱が行われる領域を前記切断予定線に沿って移動させる移動ユニットとを備え、

前記切断ユニットにより前記被加工基板上に照射される前記レーザービームの照射パターンは、前記切断予定線に沿う方向に関して均一な強度分布を有することを特徴とする切断加工システム。

10

## 【請求項 2】

前記切断ユニットにより前記被加工基板上に照射される前記レーザービームの照射パターンは、前記切断予定線に沿って基準ビームを所定の長さに亘って繰り返し走査することにより生成されることを特徴とする、請求項 1 に記載の切断加工システム。

## 【請求項 3】

前記切断ユニットにより前記被加工基板上に照射される前記レーザービームの照射パターンのうち前記切断予定線に沿う方向の長さは前記被加工基板の厚さの 10 倍を超えることを特徴とする、請求項 1 又は 2 に記載の切断加工システム。

20

## 【請求項 4】

前記切断ユニットにより前記被加工基板上で局部的に加熱が行われる領域を予熱して当該領域の温度を上昇させる予熱ユニットをさらに備えたことを特徴とする、請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の切断加工システム。

## 【請求項 5】

前記予熱ユニットは、前記切断予定線に沿う方向に延びる線状の照射パターンであってその強度分布が前記切断予定線に沿う方向に関して均一である照射パターンを有するレーザービームを前記被加工基板上に照射して当該被加工基板を局部的に予熱することを特徴とする、請求項 4 に記載の切断加工システム。

## 【請求項 6】

前記予熱ユニットにより前記被加工基板上に照射される前記レーザービームは、前記切断予定線に沿って基準ビームを所定の長さに亘って繰り返し走査することにより生成されることを特徴とする、請求項 5 に記載の切断加工システム。

30

## 【請求項 7】

前記切断ユニットにより前記被加工基板上で局部的に加熱が行われた領域に冷却剤を吹き付けて当該領域を冷却する冷却ユニットをさらに備えたことを特徴とする、請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の切断加工システム。

## 【請求項 8】

脆性材料からなる被加工基板を局部的に加熱し、その熱応力によって当該被加工基板に亀裂を生じさせて切断加工を行う切断加工方法において、

40

切断対象となる被加工基板を準備する準備工程と、

切断予定線に沿う方向に延びる線状の照射パターンを有するレーザービームを前記被加工基板上に照射して当該被加工基板を局部的に加熱しつつ、当該被加工基板上で局部的に加熱が行われる領域を前記切断予定線に沿って移動させる切断工程とを含み、

前記切断工程において前記被加工基板上に照射される前記レーザービームの照射パターンは、前記切断予定線に沿う方向に関して均一な強度分布を有することを特徴とする切断加工方法。

## 【請求項 9】

前記切断工程において前記被加工基板上に照射される前記レーザービームは、前記切断予定線に沿って基準ビームを所定の長さに亘って繰り返し走査することにより生成されるこ

50

とを特徴とする、請求項 8 に記載の切断加工方法。

【請求項 10】

前記切断工程において前記被加工基板上に照射される前記レーザービームの照射パターンのうち前記切断予定線に沿う方向の長さは前記被加工基板の厚さの 10 倍を超えることを特徴とする、請求項 8 又は 9 に記載の切断加工方法。

【請求項 11】

前記切断工程において前記被加工基板上で局部的に加熱が行われる領域を予熱して当該領域の温度を上昇させる予熱工程をさらに含むことを特徴とする、請求項 8 乃至 10 のいずれか一項に記載の切断加工方法。

【請求項 12】

前記予熱工程において、前記切断予定線に沿う方向に延びる線状の照射パターンであってその強度分布が前記切断予定線に沿う方向に関して均一である照射パターンを有するレーザービームを前記被加工基板上に照射して当該被加工基板を局部的に予熱することを特徴とする、請求項 11 に記載の切断加工方法。

【請求項 13】

前記予熱工程において前記被加工基板上に照射される前記レーザービームは、前記切断予定線に沿って基準ビームを所定の長さに見合って繰り返し走査することにより生成されることを特徴とする、請求項 12 に記載の切断加工方法。

【請求項 14】

前記切断工程において前記被加工基板上で局部的に加熱が行われた領域に冷却剤を吹き付けて当該領域を冷却する冷却工程をさらに含むことを特徴とする、請求項 8 乃至 13 のいずれか一項に記載の切断加工方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、脆性材料（硬く脆い材料）からなる被加工基板を局部的に加熱し、その熱応力によって当該被加工基板に亀裂を生じさせて切断加工を行う切断加工システムに係り、とりわけ、脆性材料の高品位でかつ高速な切断加工を実現することができる、脆性材料の切断加工システム及びその方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、脆性材料からなる被加工基板に対して切断加工を行う方法として、(a) ダイヤモンドなどの硬質材料を用いて被加工基板の表面を引っかくなどの作業を行って、被加工基板の表面に連続的かつ微細な線状の亀裂や加工溝などを形成した後、その亀裂や加工溝などを拡げるように圧力または衝撃荷重を加えることにより被加工基板を切断する方法、(b) ダイヤモンド砥石などの研削砥石を用いて被加工基板の表面にスクライピング加工を施し、その加工線に沿って被加工基板を切断する方法が知られている。このうち、後者の (b) の方法は、液晶ディスプレイやプラズマディスプレイパネル (PDP)、フィールドエミッションディスプレイ (FED) などを製造するための製造プロセスにおいてガラス基板などを切断するために一般的に用いられている。

【0003】

しかしながら、上記 (a) の方法では、被加工基板の切断面に応力集中の原因となる不規則な微細な亀裂が残存しやすく、切断加工を行った後に端面の研磨などの仕上げ加工が必要になるなどの問題がある。

【0004】

また、上記 (b) の方法では、スクライピング加工を施すために加工しろが必要になるという問題がある。また、硬い脆性材料からなる被加工基板ではスクライピング加工を施すこと自体が難しいという問題もある。さらに、被加工基板の切断面の表面にバリなどの不規則な面が発生しやすく、質の高い加工面を形成するのが困難であるなどの問題もある。

## 【0005】

特に、上記(b)の方法を利用して、液晶ディスプレイやプラズマディスプレイパネル、フィールドエミッションディスプレイなどに用いられるガラス基板を割断する場合には、(1)研削砥石などによってスクライピング加工を施すための刃の寿命が短い、(2)刃を交換する際の再調整に時間がかかり、製造プロセスを停止するための無駄な時間が必要になる、(3)被加工基板の割断面の表面に生じるバリやゴミなどを除去するための洗浄工程や仕上げのための研磨工程などが別途必要になる、(4)近年一般的になりつつある薄厚のガラス基板(例えば、0.1mm~0.数mm程度の厚さの基板)に対しての割断が難しく、スクライピング加工中に破損やチッピングなどを生じるおそれがある、という問題がある。

10

## 【0006】

このような事情の下で、液晶ディスプレイやプラズマディスプレイパネル、フィールドエミッションディスプレイなどに用いられるガラス基板を割断する方法としては、(c)CO<sub>2</sub>レーザ(炭酸ガスレーザ)などのレーザビームを用いて脆性材料からなる被加工基板を局部的に加熱し、その熱応力によって当該被加工基板に亀裂を生じさせて割断する方法が提案されている(特許文献1~5参照)。

## 【0007】

この(c)の方法では、ガラス基板を割断する場合でも、(1)研削砥石などを用いないことから刃の交換などに伴う問題がなく、(2)被加工基板の割断面の表面にバリやゴミなどが生じないことから洗浄工程や研磨工程などを省略することができ、さらに、(3)薄厚のガラス基板を割断する場合でも破損やチッピングなどが生じるおそれがない、という利点がある。

20

【特許文献1】特表平8-509947号公報

【特許文献2】特開平10-34364号公報

【特許文献3】特開平10-34363号公報

【特許文献4】特開平7-323385号公報

【特許文献5】特開2002-178179号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

## 【0008】

しかしながら、上記(c)の方法(レーザビームを用いて被加工基板を割断する方法)では、被加工基板に損傷(溶融や変形、変質など)を与えないという条件下でレーザビームの投入可能なエネルギーに制約があり、脆性材料の高品位な割断加工を高速に実現することが困難であった。具体的には例えば、1mmオーダの厚さのガラス基板では、表面割断(Micro Crack Method)(ガラス基板の表面のみを割断する方法)の場合にはその速度を数百mm/秒以下程度に抑え、全割断(Full Body Crack Method)(ガラス基板の表面から裏面までを貫通した状態で割断する方法)の場合にはその速度は数十mm/秒以下程度に抑える必要があった。

30

## 【0009】

本発明はこのような点を考慮してなされたものであり、脆性材料の高品位でかつ高速な割断加工を実現することができる、脆性材料の割断加工システム及びその方法を提供することを目的とする。

40

【課題を解決するための手段】

## 【0010】

本発明は、第1の解決手段として、脆性材料からなる被加工基板を局部的に加熱し、その熱応力によって当該被加工基板に亀裂を生じさせて割断加工を行う割断加工システムにおいて、割断予定線に沿う方向に延びる線状の照射パターンを有するレーザビームを前記被加工基板上に照射して当該被加工基板を局部的に加熱する割断ユニットと、前記割断ユニットに対して前記被加工基板を相対的に移動させ、前記割断ユニットにより前記被加工基板上で局部的に加熱が行われる領域を前記割断予定線に沿って移動させる移動ユニット

50

とを備え、前記割断ユニットにより前記被加工基板上に照射される前記レーザービームの照射パターンは、前記割断予定線に沿う方向に関して均一な強度分布を有することを特徴とする、脆性材料の割断加工システムを提供する。

【0011】

なお、上述した第1の解決手段において、前記割断ユニットにより前記被加工基板上に照射される前記レーザービームの照射パターンは、前記割断予定線に沿って基準ビームを所定の長さに亘って繰り返し走査することにより生成されることが好ましい。また、前記割断ユニットにより前記被加工基板上に照射される前記レーザービームの照射パターンのうち前記割断予定線に沿う方向の長さは前記被加工基板の厚さの10倍を越えることが好ましい。

10

【0012】

また、上述した第1の解決手段においては、前記割断ユニットにより前記被加工基板上で局部的に加熱が行われる領域を予熱して当該領域の温度を上昇させる予熱ユニットをさらに備えることが好ましい。ここで、前記予熱ユニットは、前記割断予定線に沿う方向に延びる線状の照射パターンであってその強度分布が前記割断予定線に沿う方向に関して均一である照射パターンを有するレーザービームを前記被加工基板上に照射して当該被加工基板を局部的に予熱することが好ましい。また、前記予熱ユニットにより前記被加工基板上に照射される前記レーザービームは、前記割断予定線に沿って基準ビームを所定の長さに亘って繰り返し走査することにより生成されることが好ましい。

【0013】

さらに、上述した第1の解決手段においては、前記割断ユニットにより前記被加工基板上で局部的に加熱が行われた領域に冷却剤を吹き付けて当該領域を冷却する冷却ユニットをさらに備えることが好ましい。

20

【0014】

本発明は、第2の解決手段として、脆性材料からなる被加工基板を局部的に加熱し、その熱応力によって当該被加工基板に亀裂を生じさせて割断加工を行う割断加工方法において、割断対象となる被加工基板を準備する準備工程と、割断予定線に沿う方向に延びる線状の照射パターンを有するレーザービームを前記被加工基板上に照射して当該被加工基板を局部的に加熱しつつ、当該被加工基板上で局部的に加熱が行われる領域を前記割断予定線に沿って移動させる割断工程とを含み、前記割断工程において前記被加工基板上に照射される前記レーザービームの照射パターンは、前記割断予定線に沿う方向に関して均一な強度分布を有することを特徴とする、脆性材料の割断加工方法を提供する。

30

【0015】

なお、上述した第2の解決手段において、前記割断工程において前記被加工基板上に照射される前記レーザービームは、前記割断予定線に沿って基準ビームを所定の長さに亘って繰り返し走査することにより生成されることが好ましい。また、前記割断工程において前記被加工基板上に照射される前記レーザービームの照射パターンのうち前記割断予定線に沿う方向の長さは前記被加工基板の厚さの10倍を越えることが好ましい。

【0016】

また、上述した第2の解決手段においては、前記割断工程において前記被加工基板上で局部的に加熱が行われる領域を予熱して当該領域の温度を上昇させる予熱工程をさらに含むことが好ましい。ここで、前記予熱工程において、前記割断予定線に沿う方向に延びる線状の照射パターンであってその強度分布が前記割断予定線に沿う方向に関して均一である照射パターンを有するレーザービームを前記被加工基板上に照射して当該被加工基板を局部的に予熱することが好ましい。また、前記予熱工程において前記被加工基板上に照射される前記レーザービームは、前記割断予定線に沿って基準ビームを所定の長さに亘って繰り返し走査することにより生成されることが好ましい。

40

【0017】

さらに、上述した第2の解決手段においては、前記割断工程において前記被加工基板上で局部的に加熱が行われた領域に冷却剤を吹き付けて当該領域を冷却する冷却工程をさら

50

に含むことが好ましい。

【発明の効果】

【0018】

本発明によれば、割断予定線に沿う方向に延びる線状の照射パターンであってその強度分布が割断予定線に沿う方向に関して均一である照射パターンを有するレーザービームを被加工基板上に照射して当該被加工基板を局部的に加熱しつつ、当該被加工基板上で局部的に加熱が行われる領域を割断予定線に沿って移動させるようにしているので、被加工基板に損傷を与えない範囲で被加工基板に照射されるレーザービームのビーム強度を限界まで上げることができる。このため、ビーム強度がガウス分布をとる従来のレーザービームの場合に比べて、被加工基板の亀裂部分に対してより大きな熱応力（引張応力）を加えることができ、脆性材料のより高品位でかつ高速な割断加工を実現することができる。

10

【0019】

また、本発明によれば、ビーム強度がガウス分布をとる従来のレーザービームの場合に比べて、被加工基板の亀裂部分に対してより大きな熱応力（引張応力）を加えることができるので、被加工基板として2枚のガラス基板がシール材を介して貼り合わされたような液晶基板が用いられる場合であっても高品位でかつ高速な割断加工を実現することができる。

【0020】

さらに、本発明によれば、被加工基板に対してレーザービームを照射することにより割断加工を行っているので、被加工基板の割断面の表面にバリやゴミなどが生じず、洗浄工程や仕上げのための研磨工程などを省略することができる。また、薄厚基板を割断する場合でも破損やチッピングなどが生じるおそれがない。

20

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態について説明する。

【0022】

まず、図1により、本発明の一実施の形態に係る割断加工システムの全体構成について説明する。

【0023】

図1に示すように、割断加工システム1は、脆性材料からなる被加工基板60を局部的に加熱し、その熱応力によって被加工基板60に亀裂を生じさせて割断加工を行うものであり、被加工基板60に対して割断加工を行うための加工部ユニット5と、被加工基板60を支持するとともに加工部ユニット5に対して被加工基板60を相対的に移動させる移動ユニット50とを備えている。なおここでは、割断対象となる被加工基板60として、2枚のガラス基板（上基板61及び下基板62）がシール材（図示せず）を介して貼り合わされた液晶基板を用いるものとする。

30

【0024】

このうち、加工部ユニット5は、割断線リードユニット10、予熱ユニット20、割断ユニット30及び冷却ユニット40を含み、これらの各ユニットが被加工基板60上で割断予定線71に沿って相対的に移動するように構成されている。なお、割断線リードユニット10、予熱ユニット20、割断ユニット30及び冷却ユニット40は、被加工基板60上での移動方向に関して先頭側から後尾側へ向かってこの順番で一直線状に配置されている。

40

【0025】

以下、割断線リードユニット10、予熱ユニット20、割断ユニット30及び冷却ユニット40の詳細について説明する。

【0026】

割断線リードユニット10は、被加工基板60の表面に圧痕（微細なクラック）を形成するためのものであり、支持部材（図示せず）に固定された固定部11と、固定部11に対して上下方向（Z方向）に相対的に移動する可動部12と、可動部12の先端部に装着

50

され被加工基板 60 の表面に接触する円盤 13 とを有している。ここで、円盤 13 は、タングステンカーバイトやチタンカーバイト、超硬、ダイヤモンドなどの硬質材料で作られた部材からなることが好ましい。また、円盤 13 の接触面は  $30^{\circ} \sim 150^{\circ}$  程度の山形をなしていることが好ましい。なおここで、円盤 13 の被加工基板 60 への接触条件としては、可動部 12 による下方への押し付け態様によって各種の条件（押し付け力、変位量など）を選択することができる。

#### 【0027】

予熱ユニット 20 は、切断線リードユニット 10 により圧痕が形成された被加工基板 60 上にレーザビーム LB1 を照射して被加工基板 60 を局部的に予熱するためのものであり、200W ~ 300W 程度の  $CO_2$  レーザ（円形状の照射パターンを有する基準ビーム）を出射するレーザ発振器 21 と、レーザ発振器 21 により出射された基準ビームを反射する反射ミラー 22 と、反射ミラー 22 により反射された基準ビームを被加工基板 60 上で走査するポリゴンミラー 23 とを有している。これにより、レーザ発振器 21 により出射された基準ビームが反射ミラー 22 を経てポリゴンミラー 23 で反射され、被加工基板 60 上で切断予定線 71 に沿って所定の長さ L1 に亘って繰り返し走査されることにより、線状のレーザビーム LB1 が生成される。なお、図 2 に示すように、線状のレーザビーム LB1 は、切断予定線 71 に沿う方向に延びる線状の照射パターン 65 を有するものであり、その強度分布は後述するように切断予定線 71 に沿う方向に関して均一である。

10

#### 【0028】

切断ユニット 30 は、予熱ユニット 20 により局部的に予熱された被加工基板 60 上にレーザビーム LB2 を照射して被加工基板 60 を局部的に加熱するためのものであり、数十 W ~ 百数十 W 程度の  $CO_2$  レーザ（円形状の照射パターンを有する基準ビーム）を出射するレーザ発振器 31 と、レーザ発振器 31 により出射された基準ビームを反射する反射ミラー 32 と、反射ミラー 32 により反射された基準ビームを被加工基板 60 上で走査するポリゴンミラー 33 とを有している。これにより、レーザ発振器 31 により出射された基準ビームが反射ミラー 32 を経てポリゴンミラー 33 で反射され、被加工基板 60 上で切断予定線 71 に沿って所定の長さ L2 に亘って繰り返し走査されることにより、線状のレーザビーム LB2 が生成される。なお、図 2 に示すように、線状のレーザビーム LB2 は、切断予定線 71 に沿う方向に延びる線状の照射パターン 66 を有するものであり、その強度分布は後述するように切断予定線 71 に沿う方向に関して均一である。

20

30

#### 【0029】

冷却ユニット 40 は、切断ユニット 30 により局部的に加熱された被加工基板 60 に冷却剤 C を吹き付けて被加工基板 60 を局部的に冷却するためのものであり、水や霧（水と気体との混合物）、窒素などの気体、二酸化炭素粒子などの微粒子固体、アルコールなどの液体、霧状のアルコールなどの冷却剤 C を被加工基板 60 の表面に噴射する冷却ノズル 41 を有している。なお、冷却ノズル 41 は、その直径（内径）が数 mm 以下であることが好ましい。

#### 【0030】

以上において、加工部ユニット 5 に含まれる切断線リードユニット 10、予熱ユニット 20、切断ユニット 30 及び冷却ユニット 40 はいずれも移動ステージ（図示せず）により被加工基板 60 に沿う方向（X 方向及び Y 方向）に移動することができるようになっており、切断線リードユニット 10、予熱ユニット 20、切断ユニット 30 及び冷却ユニット 40 がいずれも被加工基板 60 上で切断予定線 71 に沿って適切な間隔で一直線状に配置されるようにアライメント調整を行うことができるようになっている。

40

#### 【0031】

一方、移動ユニット 50 は、切断線リードユニット 10、予熱ユニット 20、切断ユニット 30 及び冷却ユニット 40 を含む加工部ユニット 5 に対して被加工基板 60 を相対的に移動させるためのものであり、被加工基板 60 を支持するホルダ 51 と、ホルダ 51 により支持された被加工基板 60 を位置決めするための位置決めピン 52 と、ホルダ 51 を加工部ユニット 5 に対して XY 平面内で相対的に移動させる移動ステージ 53 とを有して

50

いる。なお、ホルダ51上には、被加工基板60の裏面のうち割断予定線71に対応する部分を支持する直線状の支え54が設けられている。ここで、支え54は、その断面形状が三角山形、半球状山形、楕円状山形、四角山形、多角山形をなしており、テフロン（登録商標）などのフッ素系樹脂や、PEEK（登録商標）などのポリアリルエーテルエーテルケトン系樹脂、アクリル、軟質ガラスなどのように、被加工基板60を傷つけない程度の硬度の材料で作られた部材からなっていることが好ましい。

#### 【0032】

次に、このような構成からなる本実施の形態の作用について説明する。

#### 【0033】

図1に示す割断加工システム1において、割断対象となる被加工基板60を移動ユニット50の移動ステージ53上に搭載されたホルダ51上に位置決めする。具体的には、被加工基板60に付けられたアライメントマーク（図示せず）をCCDカメラ（図示せず）により撮像し、画像処理装置（図示せず）による撮像結果に基づいて被加工基板60のアライメントマークがホルダ51上の所定の場所にくるように両者の相対的な位置関係を変化させる。これにより、被加工基板60がホルダ51上の所定の場所に位置決めされる。なお、このようにしてホルダ51上に位置決めされた被加工基板60は位置決めピン52により固定される。

10

#### 【0034】

そして、移動ユニット50の移動ステージ53によりホルダ51を移動させ、ホルダ51上に位置決めされた被加工基板60の割断予定線71上に加工部ユニット5を位置付ける。なお、加工部ユニット5に含まれる割断線リードユニット10、予熱ユニット20、割断ユニット30及び冷却ユニット40は、被加工基板60の割断予定線71上に位置付けられたときに当該割断予定線71に沿って適切な間隔で一直線状に配置されるように予めアライメント調整が行われている。

20

#### 【0035】

この状態で、移動ユニット50の移動ステージ53により、ホルダ51上に位置決めされた被加工基板60を加工部ユニット5に対して相対的に移動させ、加工部ユニット5に含まれる割断線リードユニット10、予熱ユニット20、割断ユニット30及び冷却ユニット40を被加工基板60上で割断予定線71に沿ってこの順番で相対的に移動させる。

#### 【0036】

これにより、図1及び図2に示すように、まず、割断線リードユニット10が、被加工基板60の表面に円盤13が接触した状態で割断予定線71に沿って相対的に移動し、被加工基板60の表面に百分の数 $\mu\text{m}$ ～数十 $\mu\text{m}$ 程度の深さの圧痕（微細なクラック）を形成する。この圧痕の深さDは、被加工基板60の厚さHとの関係でいうと、 $D = 35 \mu\text{m}$  ( $H = 0.2 \text{ mm}$ )、 $D = 45 \mu\text{m}$  ( $H = 0.4 \text{ mm}$ )、 $D = 65 \mu\text{m}$  ( $H = 0.7 \text{ mm}$ )、 $D = 90 \mu\text{m}$  ( $H = 1 \text{ mm}$ )などの深さを越えないようにする。これは、被加工基板60はあくまでも割断ユニット30により照射されるレーザビームLB2によって発生する熱応力によって割断されるのであって、割断線リードユニット10により形成される圧痕の役割は主として、実割断線である亀裂68を割断予定線71に近付けるためのものに過ぎないからである。なお、被加工基板60はガラスなどの脆性材料からなるので、このようにして形成される圧痕に伴う被加工基板60の変形量は極めて僅かであり、また、そのような変形は塑性流動（塑性変形）により得られている。このため、被加工基板60の割断面の表面にバリやゴミ、チッピングなどはほとんど発生せず、また、仮に発生しても製造プロセスに影響を与えるほど大きなサイズとはならない。

30

40

#### 【0037】

次に、このようにして割断線リードユニット10により圧痕が形成された被加工基板60上で割断予定線71に沿って予熱ユニット20が相対的に移動し、被加工基板60上の圧痕線を含む線状の領域に線状のレーザビームLB1を照射することにより、被加工基板60を所定の温度（30～200程度）で局部的に予熱する。なおこのとき、予熱ユニット20においては、レーザ発振器21により出射された基準ビームが反射ミラー22

50



を経てポリゴンミラー 23 で反射され、被加工基板 60 上で割断予定線 71 に沿って所定の長さ L1 に亘って繰り返し走査されることにより、照射パターン 65 を有する線状のレーザービーム LB1 が生成される。

【0038】

そして、このようにして予熱ユニット 20 により局部的に予熱された被加工基板 60 上で割断予定線 71 に沿って割断ユニット 30 が相対的に移動し、予熱ユニット 20 により被加工基板 60 上で局部的に予熱が行われた領域よりも幅の狭い線状の領域に線状のレーザービーム LB2 を照射することにより、被加工基板 60 を所定の温度 (100 ~ 400 程度) で局部的に加熱する。なおこのとき、割断ユニット 30 においては、レーザー発振器 31 により出射された基準ビームが反射ミラー 32 を経てポリゴンミラー 33 で反射され、被加工基板 60 上で割断予定線 71 に沿って所定の長さ L2 に亘って繰り返し走査されることにより、照射パターン 66 を有する線状のレーザービーム LB2 が生成される。

10

【0039】

その後、このようにして割断ユニット 30 により局部的に加熱された被加工基板 60 上で割断予定線 71 に沿って冷却ユニット 40 が相対的に移動し、割断ユニット 30 により被加工基板 60 上で局部的に加熱が行われた領域よりも幅の広い円形状の領域に冷却剤 C を吹き付けることにより、被加工基板 60 を局部的に冷却する。なおこのとき、冷却ユニット 40 においては、冷却ノズル 41 から噴射された冷却剤 C が被加工基板 60 の表面に所定の吹付パターン 67 で吹き付けられる。

【0040】

以上のようにして、被加工基板 60 上で割断予定線 71 に沿って割断線リードユニット 10 による圧痕の形成、予熱ユニット 20 による予熱、割断ユニット 30 による加熱及び冷却ユニット 40 による冷却が順次行われると、主として被加工基板 60 の加熱により発生した熱応力 (引張応力) と被加工基板 60 の冷却により発生した引張応力とによって亀裂 68 が形成され、かつ、割断線リードユニット 10、予熱ユニット 20、割断ユニット 30 及び冷却ユニット 40 が被加工基板 70 上で割断予定線 71 に沿って相対的に移動することに伴って割断予定線 71 に沿って亀裂 68 が進展する。

20

【0041】

具体的には、割断ユニット 30 により被加工基板 60 を局部的に加熱すると、被加工基板 60 の加熱により発生した熱応力 (引張応力) によって被加工基板 60 に亀裂 68 が生じる。そして、この状態で、被加工基板 60 上で局部的に加熱が行われる領域 66 を割断予定線 71 に沿って移動させると、割断ユニット 30 による加熱により発生した熱応力が被加工基板 60 の亀裂 68 の先端部に順次加えられ、この亀裂 68 の先端部での応力拡大効果 (破壊工学でいう「亀裂先端周りの持つ特異的効果」) によって領域 66 の移動に追従する形で亀裂 68 が進展する。

30

【0042】

このとき、割断ユニット 30 により被加工基板 60 を局部的に加熱するのに続いて、冷却ユニット 40 により、割断ユニット 30 により被加工基板 60 上で局部的に加熱が行われた領域 (照射パターン 66 に対応) よりも幅の広い円形状の領域 (吹付パターン 67 に対応) に冷却剤 C を吹き付けると、被加工基板 60 の冷却により発生した引張応力が、割断ユニット 30 による加熱により発生した引張応力と重ね合わされる。これにより、割断ユニット 30 による加熱のみにより発生した引張応力がさらに拡大され、被加工基板 60 の亀裂 68 の先端部で生じる応力拡大効果がより大きくなって亀裂 68 をより高速に進展させることができる。なお、このようにして被加工基板 60 の加熱により発生した熱応力 (引張応力) と被加工基板 60 の冷却により発生した引張応力とによって亀裂 68 を進展させる場合には、亀裂 68 の先端部は通常、冷却ユニット 40 の近傍に位置付けられる。

40

【0043】

さらに、この状態で、割断ユニット 30 により被加工基板 60 を局部的に加熱するのに先行して、割断ユニット 30 により被加工基板 60 上で局部的に加熱が行われる領域 (割断ユニット 30 により実際に加熱が行われる領域と同程度の大きさかそれよりも広い領域

50

) (照射パターン65に対応)を局部的に予熱すると、切断ユニット30により被加工基板60上で局部的に加熱が行われる領域の温度を予め上昇させておくことができ、切断ユニット30により行われる切断のための加熱を効果的に補助することができる。

【0044】

なお、以上において、予熱ユニット20により被加工基板60上に照射される線状のレーザービームLB1は、図2に示すように、切断予定線71に沿う方向に伸びる線状の照射パターン65を有するものであり、その幅W1(切断予定線71に直交する方向の長さ)を十分の数mm~十数mm程度とし、その長さL1(切断予定線71に沿う方向の長さ)を数十mmから被加工基板60の全長に達する長さ程度とすることが好ましい。

【0045】

また、切断ユニット30により被加工基板60上に照射される線状のレーザービームLB2は、図2に示すように、切断予定線71に沿う方向に伸びる線状の照射パターン66を有するものであり、その幅W2(切断予定線71に直交する方向の長さ)を十分の数mm~十数mm程度とし、その長さL2(切断予定線71に沿う方向の長さ)を数mm~百mm程度とすることが好ましい。

【0046】

なお、このような線状のレーザービームLB2の照射パターン66の長さL2は被加工基板60の厚さHに対して十分に長く、具体的には厚さHの10倍を越えることが好ましい。

【0047】

これは、線状のレーザービームLB2の照射パターン66の長さL2を被加工基板60の厚さHに対して十分に長くとるようにすることにより、レーザービームLB2に加えられた熱を被加工基板60の表面から内部を通して裏面まで十分に伝えることができ、これに伴って熱応力も被加工基板60の表面だけでなく内部及び裏面まで作用させることができる、ということが、本発明者らによる種々の実験により判明した結果による。

【0048】

一般に、切断ユニット30のレーザー発振器31から出射されたCO<sub>2</sub>レーザーは被加工基板60の材料であるガラスに極めてよく吸収されるので、CO<sub>2</sub>レーザーが照射された表面から波長オーダの深さ(約10μm程度)のところで吸収されてしまう。このため、CO<sub>2</sub>レーザーが被加工基板60の内部に侵入されることはなく、被加工基板60の裏面まで熱を伝えるには被加工基板60の表面で発生した熱が裏面まで伝導するのを待つしかない。しかしながら、被加工基板60の材料であるガラスは金属などとは異なって熱伝導率が小さく、このため、ガラスの表面で発生した熱を裏面まで伝達するためには一定のパワーのレーザーを比較的長い照射時間に亘って照射する必要がある。ここで、大きな熱応力を得ようとしてレーザーのパワーを上げて、照射時間が短いと、熱応力はガラスの内部には十分に伝わらず、その表面だけが切断されてしまう。また、レーザーのパワーを上げ過ぎると、ガラスの表面は熱により融点を越えて溶融してしまい、「切断」ではなく、「溶断」ないし「切断」になってしまう。なお、「溶断」ないし「切断」は物質の消失を伴う現象であり、物質の消失がない「切断」に比べて、加工面の粗さや表面性状などの点で劣っており、加工を行った後に、バリやゴミなどを除去するための洗浄工程や仕上げのための研磨工程などが必要になる。

【0049】

ここで、予熱ユニット20及び切断ユニット30により被加工基板60上に照射される線状のレーザービームLB1、LB2は互いに重なり合わないようにすることが好ましい。これは、レーザービームLB1、LB2が被加工基板60上で互いに重なり合うと、その重なり合った部分でエネルギー密度が高くなるからである。すなわち、予熱ユニット20により照射されるレーザービームLB1のエネルギー密度をP<sub>1</sub>、切断ユニット30により照射されるレーザービームLB2のエネルギー密度をP<sub>2</sub>とすると、重なり合った部分でのエネルギー密度はP<sub>1</sub>+P<sub>2</sub>になる。ここで、被加工基板60の表面が融点に達するエネルギー密度をWとすると、切断の現象が発生する条件としてW>P<sub>1</sub>+P<sub>2</sub>が必要であり、

10

20

30

40

50

もし  $W < P_1 + P_2$  であるならば、溶断ないし切断になってしまう。このため、切断の速度を速くするためには、 $W > P_2$  という条件の下で可能な限り  $P_2$  を大きくすることが好ましく、そのためには互いに重なり合わないようにすることが有利だからである。

【0050】

また、予熱ユニット20及び切断ユニット30により被加工基板60上に照射される線状のレーザビームLB1, LB2の照射パターン65, 66は、切断予定線71に沿う方向に関して均一な強度分布を有している。これは、レーザビームを空間的に広げた場合には、その広げた場所により強度分布のムラが生じるのに対して、被加工基板60上で基準ビームを切断予定線71に沿って所定の長さL1, L2に亘って走査することによりレーザビームを生成した場合には、場所による強度分布のムラが少ないことによる。

10

【0051】

図3(b)において、基準ビームの照射パターン(ビームスポット)は符号SPで表されており、このビームスポットSPがS-U区間で繰り返し走査されることにより線状のレーザビームLB1, LB2が生成される。

【0052】

以下、図8(a)(b)を用いて具体的に説明する。いま、基準ビームが被加工基板60上で走査速度Vbで走査され、被加工基板60が速度Vsで移動しているものとする。なお、基準ビームの走査速度Vbは十分な速さとなるように設計されており、 $Vb = N \cdot Vs \dots (1)$ 、となるものとする(ここで、Nは例えば100~1000の定数(設計値)である)。

20

【0053】

次に、走査される基準ビームのS-U区間の長さをL、基準ビームがその区間を走査する時間をとすると、 $L / Vb \dots (2)$ 、となる。さらに、時間ごとの、この繰り返し走査の状態を被加工基板60を基準にして表すと、図8(c)に示すようなものとなる。図8(c)に示すように、基準ビームの毎回の走査で被加工基板60がだけ移動し(基準ビームがだけ相対的に移動し)、多重照射回数(あるスポットに基準ビームが繰り返し照射される回数)Mで被加工基板60が照射されることとなる。ここで、基準ビームは時間 で繰り返し走査されるので、 $= Vs \cdot t \dots (3)$ となる。ここで、Mを求めると、 $M = L /$  であり、上記の(1)~(3)式を用いれば、 $M = N$ となる。すなわち、図8(c)に示すような任意の領域Gに基準ビームが照射される回数Mは、基準ビームの走査速度Vbの被加工基板60の速度Vsに対する倍率Nと等しくなる。ここで、Nは例えば100~1000と十分に大きい定数であるので、基準ビームが照射される回数Mも十分に大きい。領域Gに対して、一回の基準ビームの照射により与えられるエネルギーをEとし、Eが統計的なゆらぎを持っていて、平均値がEav、標準偏差がavのガウス分布であるものとする、N(=M)回の繰り返し走査により与えられる全エネルギーEは、平均値が $N \cdot Eav$ 、標準偏差が $(N^{1/2}) \cdot av$ のガウス分布となる。

30

【0054】

このことから分かるように、結果的に、線状のレーザビームLB1, LB2により与えられる全エネルギーEはN倍になるが、統計的なゆらぎは $N^{1/2}$ にしかならない。すなわち、全エネルギーEの平均値に対する統計的なゆらぎは $N^{1/2}$ に軽減することができる。なお、このことは、図8(c)に示す領域Gだけでなく、基準ビームを走査した全ての領域について成り立つ。

40

【0055】

従って、上述したようにして、Nを十分に大きくとって基準ビームを繰り返し走査すれば、線状のレーザビームLB1, LB2のビーム強度の持つ統計的なゆらぎは $N^{1/2}$ に軽減することができ、均一でかつ時間的に安定したレーザビームの照射が可能となる。

【0056】

すなわち、線状のレーザビームLB1, LB2の照射パターンのA-A断面の強度分布(ビーム強度のプロファイル)は、図3(a)に示すように、矩形状のプロファイルA0。

50

となり、S - U 区間で略一定のビーム強度をとる。

【0057】

これに対し、線状のレーザビームLB1, LB2と同様に切断予定線71に沿った所定の長さ(S - U区間)をカバーするような楕円ビーム(楕円形状の照射パターンを有するレーザビーム)を想定し(図3(c)参照)、この楕円ビームの照射パターン(ビームスポット)のB - B断面の強度分布(ビーム強度のプロファイル)をとると、図3(a)に示すように、ガウス分布のプロファイルB<sub>0</sub>となる。これは、レーザ発振器から出射されるレーザビームは一般的にガウス分布の特性を持ち、この特性が被加工基板60上に照射された場合でも保存されるからである。

【0058】

ここで、このような楕円ビームのビームスポット内の一点Pを考える。この点Pに単位時間あたりに照射されるビームエネルギーE<sub>p</sub>はビーム強度をI<sub>0</sub>とすると、E<sub>p</sub> = I<sub>0</sub>・となる。ここで、被加工基板60に単位面積及び単位時間あたりに投入されるエネルギーが大きくなると、被加工基板60は溶融して損傷し、また溶融しないまでも変形や変質などの損傷を受けることとなる。

【0059】

今、被加工基板60に損傷が生じる限界のビーム強度をL<sub>0</sub>とする。

【0060】

この場合、ビーム強度がガウス分布をとるレーザビームにおいて、プロファイルがB<sub>0</sub>である場合には、I<sub>0</sub> < L<sub>0</sub>であるので、投入可能なエネルギーにはまだ余裕がある。従って、点Pについてだけ考えるならば、ビーム強度を全体的に強くしてプロファイルB<sub>1</sub>までビーム強度を強くすることが可能である。しかしながら、実際にはプロファイルがB<sub>1</sub>になった場合、ガウス分布の特性からP - Q区間ではビーム強度はI<sub>0</sub> > L<sub>0</sub>となり、この領域で被加工基板60に損傷が与えられてしまうことになる。従って、ビーム強度がガウス分布をとるレーザビームを被加工基板60に照射する場合には、ガウス分布のピーク値がL<sub>0</sub>に一致するビーム強度が、投入できる最大のビーム強度となる。

【0061】

これに対し、S - U区間でビーム強度が一定であるプロファイルA<sub>0</sub>の場合には、その一部の部分がL<sub>0</sub>と一致する状態まで被加工基板60に損傷を与えることなくビーム強度を上げることができるので、被加工基板60の亀裂部分に対してより大きな熱応力(引張応力)を加えることができる。

【0062】

以上の点につき、図4(a)(b)を用いてさらに詳細に説明する。ここで、図4(a)は被加工基板60上の一点Pをレーザビームが通過した場合の、その点Pでの温度の変化(時間変化)を示し、図4(b)は被加工基板60上の一点Pをレーザビームが通過した場合の、その点Pでのビーム強度の変化(時間変化)を示している。

【0063】

図4(a)に示すように、被加工基板60上をレーザビームが移動し、時間T<sub>1</sub>で点Pに照射されるものとする、その時点で温度が<sub>0</sub>から<sub>1</sub>に上昇する。

【0064】

ここで、レーザビームのビーム強度がガウス分布をとり、そのプロファイルがB<sub>0</sub>である場合(図4(b)参照)には、被加工基板60の温度は曲線<sub>b</sub>のように変化し、レーザビームのビーム強度が一定で、そのプロファイルがA<sub>0</sub>である場合(図4(b)参照)には、被加工基板60の温度は曲線<sub>a</sub>のように変化する。この場合、曲線<sub>a</sub>の最大温度は<sub>3</sub>、曲線<sub>b</sub>の最大温度は<sub>2</sub>であり、被加工基板60の融点が<sub>L</sub>であるものとする、<sub>L</sub> > <sub>3</sub> > <sub>2</sub>の関係になっている。このため、温度変化の曲線が<sub>a</sub>である場合(ビーム強度のプロファイルがA<sub>0</sub>である場合)に得られる引張応力は、温度変化の曲線が<sub>b</sub>である場合(ビーム強度のプロファイルがB<sub>0</sub>である場合)の引張応力よりも大きくなり、結果的に被加工基板60の切断速度及び切断品位をより向上させることができる。

10

20

30

40

50

## 【0065】

このように本実施の形態によれば、割断予定線71に沿う方向に延びる線状の照射パターン66であってその強度分布が割断予定線71に沿う方向に関して均一である照射パターン66を有するレーザービームLB2を被加工基板60上に照射して当該被加工基板60を局部的に加熱しつつ、当該被加工基板60上で局部的に加熱が行われる領域を割断予定線71に沿って移動させるようにしているので、被加工基板60に損傷を与えない範囲で被加工基板60に照射されるレーザービームLB2のビーム強度を限界まで上げることができる。このため、ビーム強度がガウス分布をとる従来のレーザービームの場合に比べて、被加工基板60の亀裂部分に対してより大きな熱応力（引張応力）を加えることができ、被加工基板60のより高品位でかつ高速な割断加工を実現することができる。具体的には例えば、1mmオーダの厚さのガラス基板を例にとると、表面割断の場合にはその速度として数百mm/秒～1000mm/秒程度の速度を達成し、全割断の場合にはその速度として数百mm/秒程度以上の速度を達成することができる。

10

## 【0066】

また、本実施の形態によれば、ビーム強度がガウス分布をとる従来のレーザービームの場合に比べて、被加工基板60の亀裂部分に対してより大きな熱応力（引張応力）を加えることができるので、被加工基板60として2枚のガラス基板（上基板61及び下基板62）がシール材（図示せず）を介して貼り合わされたような液晶基板が用いられる場合であっても高品位でかつ高速な割断加工を実現することができる。一般に、このような液晶基板では、シール材と基板との間の結合により割断加工を行うことが非常に困難であるが、本実施の形態では、被加工基板60の亀裂部分に対してより大きな熱応力（引張応力）を加えることができるので、単一の基板からなる被加工基板の場合と同様に高品位でかつ高速な割断加工を容易に実現することができる。

20

## 【0067】

さらに、本実施の形態によれば、被加工基板60に対してレーザービームを照射することにより割断加工を行っているので、割断面の表面にバリやゴミなどが生じず、洗浄工程や仕上げのための研磨工程などを省略することができ、また、薄厚基板（例えば0.4mm以下）に対しても破損やチッピングなどが生じるおそれがない。特に、薄厚基板の場合には、レーザービームの熱が基板の裏面に伝わるまでの時間が短くなるので、レーザービームのパワーが同じであれば、より高速に割断を行うことができ、一方、レーザービームの移動速度（割断速度）が同じであれば、より小さなパワーのレーザービームにより割断を行うことができ、システムを小型でかつ安価に実現することができる。

30

## 【0068】

なお、上述した実施の形態においては、予熱ユニット20及び割断ユニット30において、被加工基板60上で基準ビームを走査するための光学部品としてポリゴンミラー23、33を用いているが、これに限らず、例えば、図5(a)に示すようなガルバノミラー35を用いたり、図5(b)に示すような円筒型反射鏡36などを用いるようにしてもよい。なお、このような光学部品としては、透過型、非透過型（反射型）のいずれのものも用いることができる。

## 【0069】

また、上述した実施の形態において、冷却ユニット40には、図6(a)に示すように、冷却ノズル41を被加工基板60に沿う方向（例えばY方向）に移動させるためのYステージ42とともに、冷却ノズル41を被加工基板60に垂直な方向（Z方向）に移動させるZステージ43を設けるようにするとよい。このようにすると、冷却ノズル41の先端と被加工基板60との間の距離（Z方向のギャップ）を適宜調整することが可能となり、被加工基板60上に吹き付けられる冷却剤Cの吹付パターン67（冷却スポット）を変化させることができる。すなわち、冷却ノズル41の先端と被加工基板60との間の距離が小さくなると、図6(b)に示すように、被加工基板60上に吹き付けられる冷却剤Cの吹付パターン67が小さくなる。これに対し、冷却ノズル41の先端と被加工基板60との間の距離が大きくなると、図6(c)に示すように、被加工基板60上に吹き付けられる

40

50

冷却剤Cの吹付パターン67が大きくなる。このため、このような関係を利用して、割断ユニット30により被加工基板60上に照射されるレーザービームLB2のパワーなどに応じて冷却ノズル41の先端と被加工基板60との間の距離を適宜調整することにより、割断ユニット30により行われる加熱の程度及び範囲に応じた最適な程度及び範囲で冷却ユニット40による冷却を行うことができる。

#### 【0070】

さらに、上述した実施の形態においては、ホルダ51上に設けられた支え54により被加工基板60を支持するようにしているが、これに限らず、図7に示すように、ホルダ51上にエアパッド55を設け、エアパッド55から空気やその他のガス(窒素や酸素などを含む)を噴出させることによって被加工基板60を浮上させて支持するようにしてもよい。また、被加工基板60の裏面を吸着保持する吸着パッド56を設けるようにしてもよい。さらに、エアパッド55と吸着パッド56とを共に設けることにより、被加工基板60を浮上させることでその面内の拘束力が極めて小さくなる被加工基板60を吸着パッド56を用いて効果的に固定することが可能となり、割断加工システム1の稼動に伴う振動や外部の振動などによる被加工基板60の位置ずれを効果的に防止することができる。なお、エアパッド55から噴出されるガスの温度は大気温度である必要はなく、被加工基板60に損傷を与えない程度の高温(例えば70程度)のガスを用いるようにしてもよい。これにより、エアパッド55から噴出されるガスにより被加工基板60を予熱しておくことが可能となり、被加工基板60の割断速度及び割断品位をより向上させることができる。

10

20

#### 【0071】

さらに、上述した実施の形態においては、割断線リードユニット10により割断予定線71に沿って被加工基板60の表面に圧痕を形成するようにしているが、外乱の要因などが小さく実割断線である亀裂68と割断予定線71との間の誤差が所望の精度以内である場合には、割断線リードユニット10自体を省略することも可能である。

#### 【0072】

さらに、上述した実施の形態においては、移動ユニット50の移動ステージ53により加工部ユニット5に対して被加工基板60側(ホルダ51側)を移動させることにより加工部ユニットと被加工基板60との相対的な移動を実現するようにしているが、これに限らず、加工部ユニット5側を移動させることにより加工部ユニット5と被加工基板60との相対的な移動を実現するようにしてもよい。

30

#### 【0073】

さらにまた、上述した実施の形態においては、割断対象となる被加工基板60として、2枚のガラス基板(上基板61及び下基板62)がシール材(図示せず)を介して貼り合わされた液晶基板を用いているが、上基板61及び下基板62の間に液晶材が注入された状態の液晶基板に対しても同様に高品位でかつ高速な割断加工を行うことができる。具体的には例えば、このような液晶基板のうち液晶を封止するためのシール材の外側の部位(基板の面内方向で液晶端から約1mm、基板の厚さ方向で基板の厚さ分(約1mm~0.5mm)だけ離れた部位)を割断する。ただし、この場合には、ガラス基板の表面温度がガラス歪点を越えることがなく、かつ、ガラス基板の裏面の液晶接触部分において液晶が損傷を受けて正常な動作をしなくなる温度(約80)にならないように、予熱ユニット20及び割断ユニット30により照射されるレーザービームLB1, LB2のパワーや照射時間、冷却ユニット30により吹き付けられる冷却剤Cの量や温度などのパラメータを設定し、予熱温度や加熱温度、冷却温度などを調整することが好ましい。

40

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0074】

【図1】本発明の一実施の形態に係る割断加工システムの全体構成を示す図。

【図2】図1に示す割断加工システムで行われる被加工基板の割断加工の様子を説明するための図。

【図3】図1に示す割断加工システムの予熱ユニット及び割断ユニットにより照射される

50

レーザービームの強度分布を説明するための図。

【図4】図1に示す切断加工システムの予熱ユニット及び切断ユニットにより照射されるレーザービームによる所定点での温度の変化（時間変化）及び所定点でのビーム強度の変化（時間変化）を説明するための図。

【図5】図1に示す切断加工システムの予熱ユニット及び切断ユニットの変形例を示す図。

【図6】図1に示す切断加工システムの冷却ユニットの詳細を説明するための図。

【図7】図1に示す切断加工システムの被加工基板用のホルダの変形例を示す図。

【図8】図3に示すレーザービームのビーム強度の詳細を説明するための図。

【符号の説明】

【0075】

1 切断加工システム

5 加工部ユニット

10 切断線リードユニット

11 固定部

12 可動部

13 円盤

20 予熱ユニット

21 レーザ発振器

22 反射ミラー

23 ポリゴンミラー

30 切断ユニット

31 レーザ発振器

32 反射ミラー

33 ポリゴンミラー

35 ガルバノミラー

36 円筒型反射鏡

40 冷却ユニット

41 冷却ノズル

42 Yステージ

43 Zステージ

50 移動ユニット

51 ホルダ

52 位置決めピン

53 移動ステージ

54 支え

55 エアーパッド

56 吸着パッド

60 被加工基板

61 上基板

62 下基板

65, 66 レーザビームの照射パターン

67, 67, 67 冷却剤の吹付パターン

68 亀裂（切断線）

71 切断予定線

LB1, LB2 レーザビーム

C 冷却剤

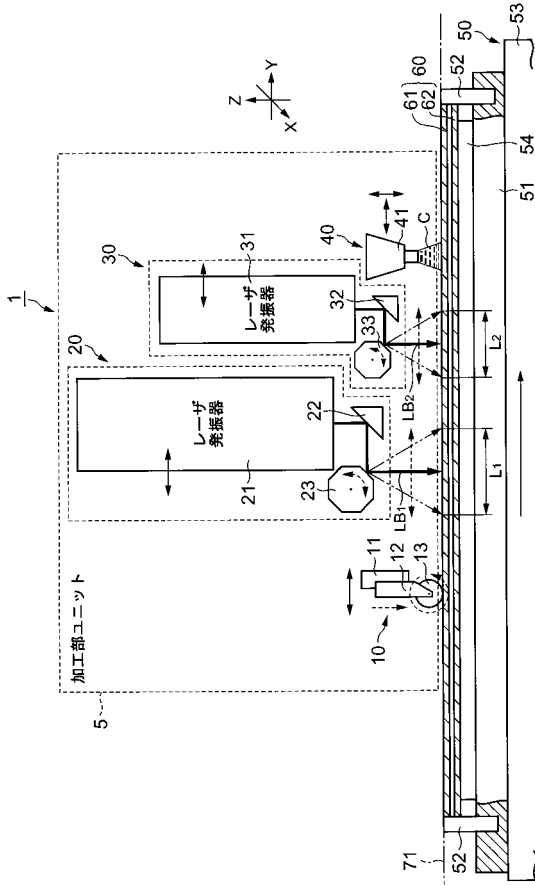
10

20

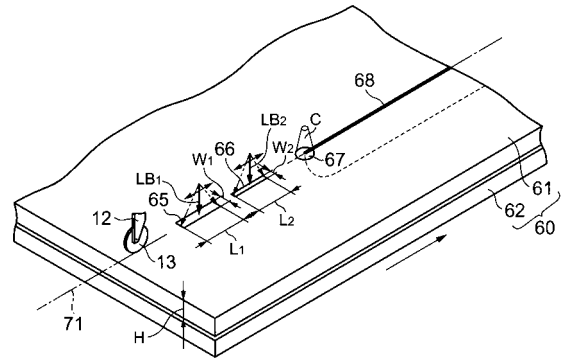
30

40

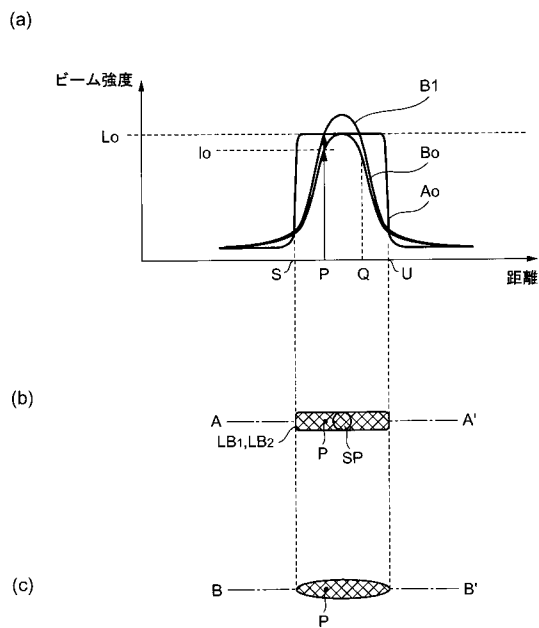
【図1】



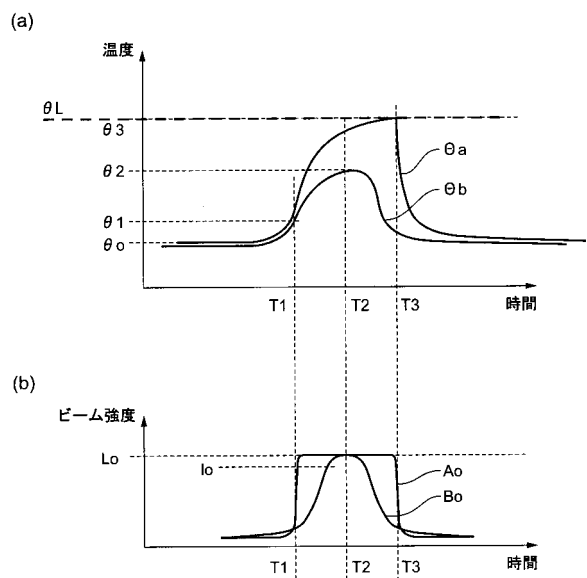
【図2】



【図3】



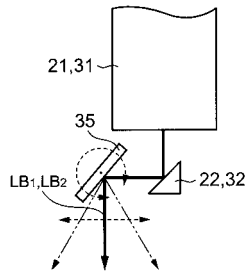
【図4】



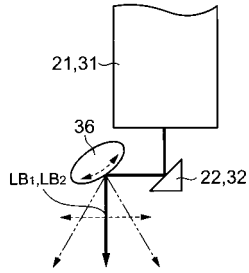


【 図 5 】

(a)

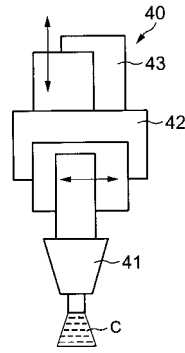


(b)

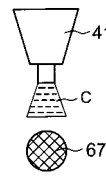


【 図 6 】

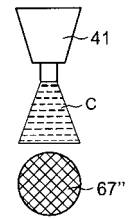
(a)



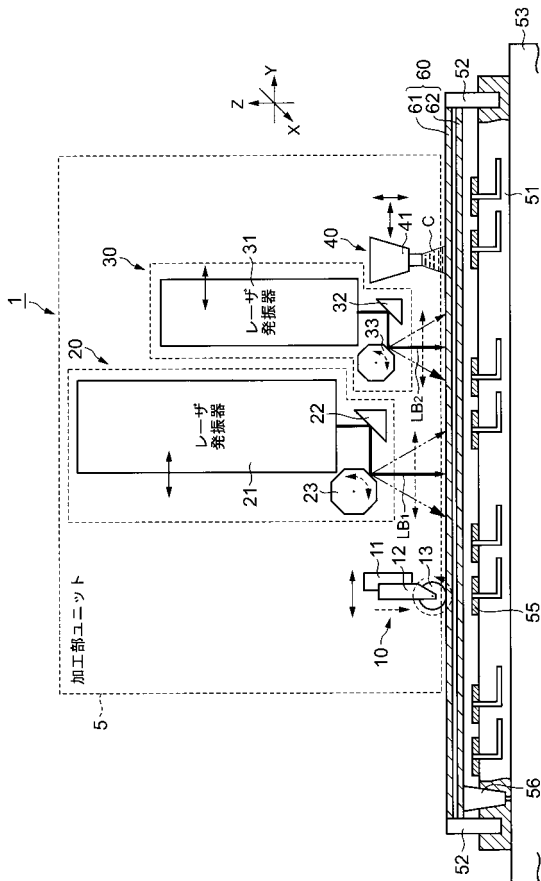
(b)



(c)

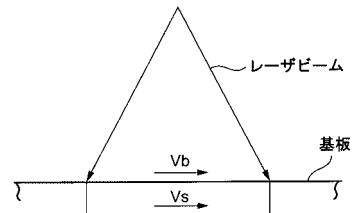


【 図 7 】

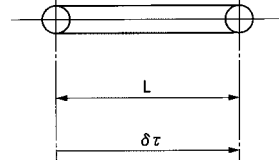


【 図 8 】

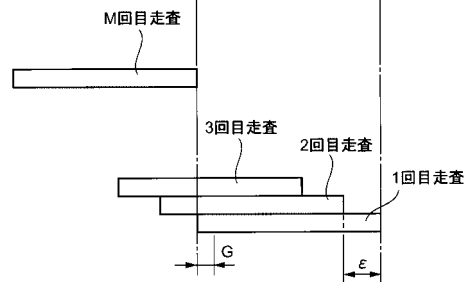
(a)



(b)



(c)



## フロントページの続き

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>		F I		テーマコード(参考)
G 0 2 F	1/13	G 0 2 F	1/13	1 0 1
G 0 9 F	9/00	G 0 9 F	9/00	3 3 8

(74)代理人 100104961

弁理士 鈴木 清弘

(72)発明者 林 正和

神奈川県海老名市東柏ヶ谷5丁目14番1号 芝浦メカトロニクス株式会社さがみ野事業所内

(72)発明者 高田 弘之

神奈川県海老名市東柏ヶ谷5丁目14番1号 芝浦メカトロニクス株式会社さがみ野事業所内

(72)発明者 矢 作 進

神奈川県横浜市磯子区新磯子町33番地 株式会社東芝生産技術センター内

Fターム(参考) 2H088 FA07 FA30 HA01 MA20

3C069 AA01 BA08 BC01 CA03 CA11 EA01

4E068 AE00 CB06 CD11 CE03 CE04 CH08 CJ07 DA09 DB13

4G015 FA04 FA06 FB01 FC02 FC14

5G435 AA17 BB05 BB06 BB12 HH18 KK05 KK10