

(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2006-35710

(P2006-35710A)

(43) 公開日 平成18年2月9日(2006.2.9)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>B28D 5/00 (2006.01)</b>	B28D 5/00 Z	3C069
<b>B23K 26/00 (2006.01)</b>	B23K 26/00 320E	4E068
<b>C03B 33/09 (2006.01)</b>	C03B 33/09	4G015

審査請求 未請求 請求項の数 11 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願2004-220922 (P2004-220922)	(71) 出願人	500269934 サイバーレーザー株式会社 東京都江東区青海二丁目38番地 テレコムセンタービル
(22) 出願日	平成16年7月28日 (2004.7.28)	(74) 代理人	100109726 弁理士 園田 吉隆
		(74) 代理人	100101199 弁理士 小林 義教
		(72) 発明者	住吉 哲実 東京都江東区青海2-45 タイム24ビル 4階 N-5 サイバーレーザー株式会社
		Fターム(参考)	3C069 AA01 BA08 BB04 CA11 EA02 EA05

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザによるガラス加工方法ならびに装置

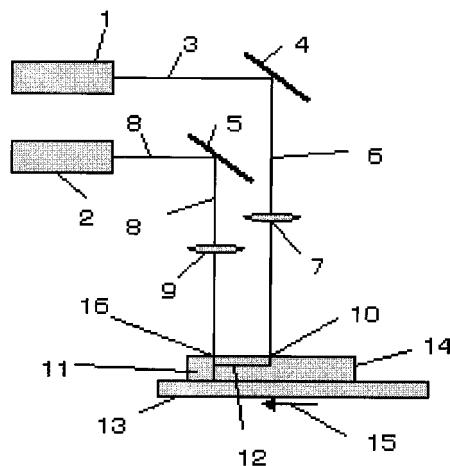
(57) 【要約】 (修正有)

【課題】加工精度と加工速度の向上を実現できるガラスを切断する方法であって、超短パルスレーザーの照射を切断線に沿って行い改質する第1のレーザー照射と、改質部分に第2のレーザー照射を行って割断を行うレーザー切断方法を提供する。

【解決手段】

ガラスの加工物に設けられた加工始点を起点として、亀裂を熱源により発生させ、さらに割断予定線に沿って進展させる、ガラスの割断加工方法である。前記加工始点を第1のレーザーを照射してガラスの主要成分であるSiO<sub>2</sub>をSiやSi<sub>x</sub>O<sub>y</sub>に、またはB<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Na<sub>2</sub>O、K<sub>2</sub>O、CaO、B<sub>2</sub>O<sub>2</sub>、ZnO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、PbOなどのガラス成分のうちの少なくとも1つが第1のレーザーによりB、Na、K、Ca、Zn、Al、Pbの遊離基を含んだ改質部が生成され、この改質部にそれが第2のレーザーの照射により改質部に光エネルギー吸収を起し、局部的な熱膨張に伴う熱応力エネルギーを放出することにより、ガラスを割断する。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

熱源により加工物の切断予定線に沿って亀裂を進展させて、前記加工物を切断する切断方法であって、第 1 のレーザ光の集光スポットを加工物表面に沿って走査して照射し、加工物の主要成分を第 1 のレーザ光により改質し、この改質部に第 2 のレーザ光を照射して光エネルギーを選択的に吸収させ、改質部に局部的な熱膨張に伴う熱応力を生じさせ、切断することを特徴とするレーザ切断方法

## 【請求項 2】

前記第 1 のレーザ光が超短パルスレーザ光であることを特徴とする請求項 1 記載のレーザ切断方法。

10

## 【請求項 3】

前記第 2 のレーザが連続発振モードまたはパルスモードの紫外レーザ光であることを特徴とする請求項 1 記載のレーザ切断方法。

## 【請求項 4】

第 2 のレーザが赤外レーザであることを特徴とする請求項 1 記載のレーザ切断方法。

## 【請求項 5】

第 1 のレーザがフェムト秒レーザ、第 2 のレーザが Nd : YAG レーザの第 3 高調波。

## 【請求項 6】

切断始点にフェムト秒レーザを照射し傷をつけることを特徴とする請求項 3 または 4 記載のレーザ切断方法。

20

## 【請求項 7】

加工物がガラス板であることを特徴とする請求項 1 のレーザ切断方法。

## 【請求項 8】

請求項 1 または請求項 8 において、ガラス成分  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{B}_2\text{O}_2$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{PbO}$  のうちの少なくとも 1 つを含むガラスであることを特徴とするレーザ切断方法。

## 【請求項 9】

請求項 1、請求項 8 または請求項 9 のいずれか 1 項において、ガラスの改質がガラス成分として少なくとも  $\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{B}_2\text{O}_2$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{PbO}$  のうちの 1 つを含み第 1 のレーザ照射による  $\text{Si}$  や  $\text{Si}_x\text{O}_y$  または  $\text{B}$ 、 $\text{Na}$ 、 $\text{K}$ 、 $\text{Ca}$ 、 $\text{Zn}$ 、 $\text{Al}$ 、 $\text{Pb}$  などの遊離基を含む改質部を有することを特徴とするレーザ切断方法。

30

## 【請求項 10】

第 1 のレーザによる改質部の生成形状が 1 本の線状、または、複数の線状であることを特徴とする請求項 1 のレーザ切断方法。

## 【請求項 11】

ガラス板設置ステージのレーザ切断予定位置において、少なくとも第 2 のレーザの切断予定部位への照射時に切断方向に交差する方向に曲げモーメントを印加するガラス切断の発生を促進することを特徴とする請求項 1 のレーザ切断方法。

## 【発明の詳細な説明】

40

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明は、例えばガラスやセラミックスなどの脆性材料に、レーザ、バーナー、光源、電熱ヒータなどの熱源を局部的に照射して加熱し、その加熱により発生する熱応力を利用して脆性材料を切断する切断加工方法およびその装置、並びにそれらを用いた電子部品の製造方法に関するものである。

## 【背景技術】

## 【0002】

電子部品である液晶装置や有機エレクトロルミネッセンス（以下、「有機 EL」と記す）装置などからなるフラットパネルディスプレイの製造、あるいは、半導体材料等のウェ

50

八の製造においては、大面積のガラス基板あるいはシリコンなどからなるウェハの上に、複数個分の要素を形成した後、複数個に分割して所要寸法のパネルあるいはチップ（製品）を得るという方法が採用されるため、その製造時にガラス基板またはウェハを所定の切断予定線に沿って割断する工程が不可欠である。

【0003】

このような脆性材料からなるガラス基板などの被加工物を切断する方法としては、（a）ダイヤモンド工具などの超硬工具の尖った先端や鋭い周縁部を被加工物表面に押しつけて移動させることにより、被加工物の表面に切断予定線に沿う溝（スクライブ線）を形成し、その後溝に沿って被加工物に曲げや引っ張りなどの機械的な衝撃力を加える方法や、（b）レーザービームを光学系により集光して被加工物の表面に微小スポットで照射し、被加工物を局部的に溶解もしくは蒸発させ、さらにレーザービームの照射位置を切断予定線上に沿って走査することにより被加工物を割断する方法などがある。

10

【0004】

しかしながら、上記（a）の方法は、切断に非常に時間がかかるとともに、長い複雑な曲折の割断は困難であった。また、上記（b）の方法は、レーザービームの照射により溶解・蒸発した物質が被加工物や被加工物上の要素に付着して要素の電極部の導電性を劣化させ、また、分離の熱影響によってマイクロクラックが発生して被加工物を劣化させてしまうことがあった。さらに、レーザービームを細く絞ってもそのスポット径を細く絞りきれないため、切り幅をなくすることができず、しかも蒸発等による材料の損失が避けられないなどの問題があった。

20

【0005】

そこで、最近では、被加工物に切り欠きあるいは面取り等の加工始点を形成しておき、その近傍にレーザービームを照射することによって、そのビーム中心に作用する圧縮応力とその周辺に作用する引っ張り応力とによる熱応力で、ビーム中心から加工始点まで延びる亀裂を発生させ、ついでレーザービームを割断すべき方向に沿って移動させることで、そのレーザービームによる熱応力で亀裂を連続して進展させていき、被加工物を割断する方法が提案されている。その一例として特開平1-108006号公報などに開示された発明があげられる。

【0006】

なお、加熱する熱源としては、レーザーの他にバーナー、光源、電熱ヒータなどを用いることができる。加工物に対して割断を発生させる熱源としてレーザーを照射する場合に、加工物が使用するレーザー光に透明な波長である場合は、レーザーを吸収する塗料を塗布しレーザーの吸収を発生させることが特開平9-253879に開示されている。

30

【特許文献1】特開昭50-114422

【特許文献2】特開昭54-106524

【特許文献3】特開平1-108006

【特許文献4】特開平9-253879

【特許文献5】特開2000-61676

【特許文献6】特開2003-154517

【発明の開示】

40

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

上記のようなレーザー等の熱源による熱応力を利用した脆性材料の割断加工方法は、被加工物に形成した加工始点をきっかけに発生した亀裂を、加工終点まで連続して進展させるので、亀裂の発生方向を特定の方向、つまり加工終点方向に制御することが重要であり、その亀裂の発生の起点となる加工始点の形成とその精度とが、被加工物に対する割断精度を大きく左右する。この加工始点の形成方法としては、ダイヤモンドガラス切りなどの硬質工具を使用して被加工物の端部に切り欠きを形成する方法、あるいは、被加工物の表面に高出力のレーザービームを集光して孔を加工し、この孔から亀裂を形成する方法などがある。

50

## 【0008】

しかしながら、上記の方法は、被加工物1の端部に形成された切り欠きの周縁部に、亀裂の発生の起点となりうるマイクロクラックが多数発生してしまい、亀裂の発生方向を特定の方法に制御することが難しく、結果として被加工物に対する高い切断精度が得られないという問題があった。また、切り欠きを形成する際に、硬質工具が被加工物に直接接触するため、例えば硬質工具にゴミなどが付着していた場合は、そのゴミが被加工物を汚染し、そのために切り欠きを精度よく形成することができないという問題もあった。

## 【0009】

さらに、切り欠きの形成時に、被加工物1の加工屑が発生するため、加工屑が周辺環境を汚染し、被加工物に付着して被加工物上の要素の電極部等に悪影響を及ぼし、不良品を発生させて歩留まりを低下させてしまうなどの問題もあった。そして、被加工物に付着した加工屑を除去するために、被加工物に対する切断加工工程において、切り欠きの形成後に洗浄工程を加えなければならないなど、切断加工を煩雑にしていた。

10

## 【0010】

この方法の場合にも、上記と同様に孔の周縁部にマイクロクラックが発生し、加工屑が発生するため、被加工物に対する高い切断精度が得られないという問題があった。さらにガラス板の大きさが液晶パネルの大型化に伴い大きくなるにつれて切断が困難になり、加工成功の歩留まり低下が起きている。

## 【0011】

本発明は、上記のような課題を解決するためになされたもので、熱源の加熱による熱応力により亀裂を発生させて切断する技術において、その亀裂の起点となる加工始点を精度よく形成して、被加工物に対する切断精度の向上を図ることのできる切断加工方法およびその装置、並びに電子部品の製造方法を提供することを目的としたものである。従来レーザー切断する位置に予め吸光性の塗料を塗布する方法は切断後の洗浄などの余分な肯定を必要とする問題がある。

20

## 【課題を解決するための手段】

## 【0012】

本発明は、ガラスなどの加工物の切断工程に先立ってガラスに光吸収性の $\text{SiO}_2$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $\text{Na}_2\text{O}$ 、 $\text{K}_2\text{O}$ 、 $\text{CaO}$ 、 $\text{B}_2\text{O}_2$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{PbO}$ のうちの1つが第1のレーザーにより $\text{Si}_x\text{O}_y$ （ここでxは1以外、yは2以外）またはB、Na、K、Ca、Zn、Al、Pbなどの遊離基を含む材料改質部を超短パルス照射の改質工程で発生させる。この部分は超短パルス照射だけでは傷などの形状変化は見られない程度のレーザーエネルギー照射により行い材料の改質を起こさせる。材料改質はCWレーザーや通常の長パルスでは起きないが、超短パルスのレーザー集光点における高電界により材料の改質が瞬時に発生する。

30

## 【0013】

必要に応じ、ガラス表面を大気以外の雰囲気ガスで構成してもよい。従って切断に先立って従来行っていた、切断工程の開始点としてレーザーで切り込みを設ける方法における材料除去は必ずしも起こさなくてもよい。

## 【0014】

この成分の改質された部分には $\text{Si}_x\text{O}_y$ （ここでxは1以外、yは2以外）またはB、Na、K、Ca、Zn、Al、Pbなどの遊離基を含み、この成分によって光吸収スペクトル特性に変化が生じるので、改質に用いた超短パルスレーザーの波長以外のレーザーでも吸収率の増加が得られる。この超短パルス照射で改質部を切断線に沿って発生させて、その線に沿って光吸収率の高い改質部を形成する。次にこの改質線に沿って改質により得られた光吸収を有する波長範囲の第2の長パルスまたはCWレーザーからなるレーザーを照射すると、改質部で発熱を生じ、熱誘起的な応力がそのレーザー照射された改質部の照射部周辺に生じる。

40

## 【0015】

レーザー集光点を改質線に沿って移動すれば、応力の分布に従って切断が発生することが

50

できる。割断の開始点はガラス端部から発生させるには改質用のビーム照射以外の特段の前処理は必要ない。このため従来は割断熱源として利用できなかったガラスに対する透明な波長であるレーザ光を熱源として利用することが可能になる。このことは、発振効率の低い超短パルスレーザは単に改質用に用い、割断用の熱源は超短パルスの発振効率より遥かに高い発振効率の得られるレーザ発振出力パワーを用いることができる。

#### 【発明の効果】

##### 【0016】

本発明の効果として、この発明では、透明なガラスに超短パルス照射でガラスの材質に局部的な改質部を集光スポットの高電界の下で発生させ、従来は、割断熱源として利用できなかったガラスに対する透明な波長域のレーザ光を割断のための発熱源として利用できるようにした。このことは、発振効率の低い超短パルスレーザは単に改質用に用い、割断用の熱源は超短パルスの発振効率より遥かに高い効率の得られる長パルスレーザやCWレーザを用いることができる。

10

##### 【0017】

したがって熱源として従来はCO<sub>2</sub>レーザがもっぱら利用されていたが、この発明の方法によりNd:YAGなどの固体レーザの基本波、高調波、または半導体レーザ、YB、Erなどを添加したファイバーレーザなどを用いることができる。このように光ファイバでパワー伝送の可能なレーザを熱源に用いることが可能になったので大型液晶パネルなどの割断システムを構成する場合の設計の自由度が大きくなった。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

20

##### 【0018】

ガラスなどの透明体を切断する方法が、被加工物に設けられた加工始点を起点として、亀裂を熱源により発生させ、さらに割断予定線に沿って進展させて、前記被加工物を割断する割断加工方法であって、前記加工始点を第1のレーザを照射してガラスの主要成分であるSiO<sub>2</sub>をSiまたはSi<sub>x</sub>O<sub>y</sub>、その他B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Na<sub>2</sub>O、K<sub>2</sub>O、CaO、B<sub>2</sub>O<sub>2</sub>、ZnO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、PbOなどのガラス成分のうちの一つが第1のレーザによりB、Na、K、Ca、Zn、Al、Pbなどの遊離基を含む組成に改質し、この改質部に光吸収特性を有する別な発振形態の発振特性を有する第2のレーザの照射により改質部に光エネルギー吸収を起し、局部的な熱膨張に伴う応力エネルギーを放出することにより、ガラス切断することを特徴とするレーザガラス切断方法であり、実施構成を図1により説明する。

30

#### 【実施例1】

##### 【0019】

本発明の実施例の概略構成を図1に示す。第1のレーザ発振器は超短パルスレーザ発振器であり、ダイオードレーザ励起固体レーザの出力の波長を2倍波にしてTi添加サファイヤ結晶を励起し、このレーザ利得媒体をモード同期レーザ共振器に設置し、超短パルスを発振させる。必要に応じて増幅することで超短パルスレーザビーム3を得る。そのほか周知の超短パルス発振器、たとえばEr添加の光ファイバからモードロックパルスを発振させ、出力を非線形結晶で第2高調波の超短パルスにし、必要に応じて増幅し超短パルスを得るなどの方法も用いることができる。その他周知の超短パルス発振技術を用いる。

40

##### 【0020】

このレーザビーム3を反射鏡4で集光レンズ7に向け、集光スポットをガラス加工体14に向けて部分10に照射する。加工体14内にガラスの成分である2酸化ケイ素が超短パルスの集光点域にできる強電界で分解改質してSi<sub>x</sub>O<sub>y</sub>のように構成成分が変化し、改質が行われる。その他の成分であるB<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Na<sub>2</sub>O、K<sub>2</sub>O、CaO、B<sub>2</sub>O<sub>2</sub>、ZnO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、PbOなどのガラス成分のうち第1のレーザによりB、Na、K、Ca、Zn、Al、Pbなどの遊離基が改質部に現れることもある。加工物14を移動ステージ13に搭載し、レンズの焦点を加工物の表面に平行に矢印15のように移動することで加工物の部分12が改質される。

##### 【0021】

50

この照射工程においては必ずしもガラス表面の物質除去は必ずしも必要ではない。この第1のレーザー照射の後、第2のレーザー2からエネルギーのより大きなビーム8が反射鏡5に向け放射され、集光レンズ9で第1のレーザービームの照射が済み、改質が行われた部分に向けて集光するようにレンズ9の集光点16が位置決めされる。即ち、改質部分12が移動ステージで矢印方向に送られると、改質の行われた部分12が第2のレーザーの集光点16に移動するように配置されている。第2のレーザーは長パルス発振またはCW発振であり、超短パルス発振に比べて一般には平均出力がより高い出力が高発振効率で実現できるレーザーである。この平均パワーの大きなレーザービームが改質部分に照射されることで、ガラスの当初の成分のままでは第2のレーザービームの吸収が十分行われない波長でも、第1のレーザーで改質されて光吸収率が増加されているので、第1のレーザーで改質された部分に効率的に第2の高平均出力ビームが吸収されて微細な発熱源を形成する。 10

#### 【0022】

この微細な改質部分の熱源は周囲領域に大きな応力分布を形成し、ガラス加工体14の端部から第1と第2のビームが走査されると改質部分に沿ってガラスが割断を開始する。この方向は第1のレーザーで形成された切断予定部の改質部分に沿って割断が進行する。割断予定線に沿って第1のレーザーで改質部分が形成されていれば第2のレーザービームの集光点のスポットサイズが改質部分の走査線幅より大きな直径であっても第2のレーザーの吸収は第1の改質部分に限定されるので、熱源も第1のレーザーによる改質部分に形成されることになり、第1と第2の集光点の照射位置精度は第1のレーザーの照射位置精度により割断位置精度が決定されることになる。 20

#### 【0023】

したがって、超短パルスの照射位置、スポットサイズ、改質に要するレーザーパルスエネルギー、それと集光性に優れた集光光学系を用いれば高精度割断が決まり、第2レーザーは第1のレーザー照射精度できめられた割断を実行するに十分な大エネルギーを照射すればよい。したがって、第2のレーザーの照射位置精度は、割断の位置精度には直接的に影響しないことになり、レーザーのビーム品質の選択において集光性能の優れた高性能は必ずしも要求されなくて、平均パワーを十分確保すればよい。

#### 【0024】

このことは、従来CO<sub>2</sub>レーザーを用いた割断においては集光性と照射位置精度が直接的に割断精度に影響したことに比べ、大きな装置製作とガラス切断性能上においてこの発明の方法の有利な点である。なお、第1のレーザーは数フェムト秒のパルス幅から500フェムト秒のパルス幅が用いられ、第2のレーザーには紫外線レーザー(Nd:YAGレーザーのSHG、THG、FHGなど)から赤外線レーザー(Nd:YAGレーザー)の固体レーザーやガスレーザーが適用できる。 30

#### 【実施例2】

#### 【0025】

上記のレーザー照射は第1の超短パルスレーザーの照射に続いて第2のレーザーの照射を移動ステージの移動時間間隔を置いて照射する方法を説明したが、第1と第2の2つのレーザーを同軸に配置し、時間的には同時的または交互にパルスを重畳してもよい。

#### 【実施例3】

#### 【0026】

本発明の実施例として、実施例1、2において、第2レーザーを照射する際は、第2のレーザーパワーを低減しても効率的にガラスを割断するために、割断線に直角方向にガラスに曲げモーメントを加える移動ステージを採用することは有効である。この場合、割断線に沿って突起状物体を平面移動ステージ上に線状に配置させ、ガラスの活断線の間をステージに押し圧を加える構成は簡単で効果がある。押し圧は移動ステージとガラスの間を真空ポンプで減圧することで割断線に沿って曲げモーメントを印加できる。

#### 【0027】

この他、割断線に沿って裏面にローラを、表面は割断線の両側を2個のローラを配置して割断線に沿ってローラの間をガラス板を移動させて曲げモーメントを印加するなどの周 40 50

知の機構を併用して切断に要する第2のレーザーの平均パワーの低減や切断速度の向上が図れる。

【産業上の利用可能性】

【0028】

本発明の活用例として、電子部品である液晶装置や有機エレクトロルミネッセンス、プラズマディスプレイなど装置などからなるフラットパネルディスプレイの製造などの大面積のガラス基板複数個分の要素を形成した後、複数個に分割して所要寸法のパネルを得るという方法に適用できる。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】実施例1の概略構成図

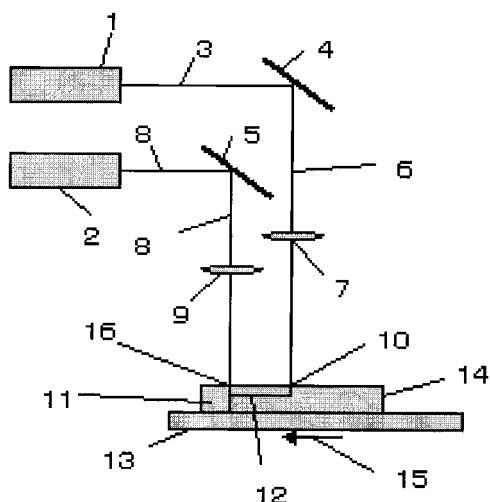
【符号の説明】

【0030】

1 ... 第1のレーザー発振器、2 ... 第2のレーザー発振器、3, 6 ... 超短パルスレーザービーム、4 ... 反射鏡、5 ... 反射鏡、7 ... 集光レンズ、8 ... 長パルスレーザーまたはCWレーザー、9 ... 集光レンズ、10 ... 表面改質用集光スポット、11 ... 切断部分、12 ... ガラス改質部分、13 ... 移動ステージ、14 ... 加工体、15 ... 移動ステージ方向（説明のため）、16 ... 第2のレーザー集光スポット

10

【図1】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 4E068 AA01 AA05 AE01 CA01 CA03 CA09 DB13  
4G015 FA06 FB01 FC01