

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7396899号

(P7396899)

(45)発行日 令和5年12月12日(2023.12.12)

(24)登録日 令和5年12月4日(2023.12.4)

(51)国際特許分類

F I

C 0 3 B 33/09 (2006.01)

C 0 3 B 33/09

B 2 3 K 26/53 (2014.01)

B 2 3 K 26/53

請求項の数 6 (全6頁)

(21)出願番号	特願2019-558349(P2019-558349)	(73)特許権者	399007154
(86)(22)出願日	平成30年4月6日(2018.4.6)		エル・ピー・ケー・エフ・レーザー・ア
(65)公表番号	特表2020-517570(P2020-517570		ンド・エレクトロニクス・ソシエタス・
	A)		ヨーロピア
(43)公表日	令和2年6月18日(2020.6.18)		ドイツ連邦共和国、3 0 8 2 7 ガルプゼ
(86)国際出願番号	PCT/EP2018/058882		ン、オステリーデ、7
(87)国際公開番号	WO2018/210484	(74)代理人	100069556
(87)国際公開日	平成30年11月22日(2018.11.22)		弁理士 江崎 光史
審査請求日	令和1年10月25日(2019.10.25)	(74)代理人	100111486
審査番号	不服2022-7732(P2022-7732/J1)		弁理士 鍛冶澤 實
審査請求日	令和4年5月24日(2022.5.24)	(72)発明者	オストホルト・ローマン
(31)優先権主張番号	102017110542.5		ドイツ連邦共和国、3 0 8 5 5 ランゲ
(32)優先日	平成29年5月15日(2017.5.15)		ンハーゲン、アルテンホルスト、4 4
(33)優先権主張国・地域又は機関	ドイツ(DE)	(72)発明者	アンブロジウス・ノルベルト
			ドイツ連邦共和国、3 0 4 1 9 ハノー
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 パルスレーザー光を用いた基板の加工、特に分離のための方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

レーザー誘導ディープエッチングを用いた、ガラスからなる、特に平坦な基板の加工のための、特に分離のための方法であって、レーザー光が加工ラインに沿って移動され、個別パルスが、空間レーザーパルス間隔(d)で前記基板上面に向けられ、次いで異方性の材料除去が、エッチングによって或るエッチング速度(R)と或るエッチング期間(t)で実行される当該方法において、

エッチング浴における異方性材料除去が、レーザー光によって変更された場所で行われ、且つ

加工パラメータが、条件：

$0.08571 > d / (R * t) > 0.0303$

にしたがって調節され、レーザーパルス間隔(d)が2～3 μmであって、エッチング速度(R)とエッチング期間(t)の積(R * t)が35～66 μmであり、且つ

切断間隙幅(b)の基板の初期厚さ(D)が、条件：

$1.2 > D / b > 1$

にしたがって調節され、且つ

前記基板の初期厚さ(D)と、エッチング速度(R)とエッチング期間(t)とから成る積との比は、3よりも大きく：

$D / (R * t) > 3$

であることを特徴とする方法。

【請求項 2】

前記基板の初期厚さ（ D ）と、エッチング速度（ R ）とエッチング期間（ t ）とから成る積との比は、5 よりも大きく：

$$D / (R * t) > 5$$

であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記基板の初期厚さ（ D ）と、エッチング速度（ R ）とエッチング期間（ t ）とから成る積との比は、8 よりも大きく：

$$D / (R * t) > 8$$

であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 4】

前記基板の初期厚さ（ D ）と、エッチング速度（ R ）とエッチング期間（ t ）とから成る積との比は、10 よりも大きく：

$$D / (R * t) > 10$$

であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記基板の初期厚さ（ D ）と、エッチング速度（ R ）とエッチング期間（ t ）とから成る積との比は、12 よりも大きく：

$$D / (R * t) > 12$$

であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 6】

前記ガラスは、石英ガラスであることを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レーザ誘導ディープエッチングを用いた特に平らな基板の特に分離するための方法に関し、パルスレーザ光が空間レーザパルス間隔でもって基板上に直接向けられ、及び続いて異方性の材料除去が、エッチングによってエッチング速度とエッチング期間でもって実行される。

30

【背景技術】

【0002】

レーザ誘導ディープエッチングを用いたガラスの精密加工のための一般的な方法は、 $LIDE$ （レーザ誘導ディープエッチング）という名称で知られるようになった。この場合、 $LIDE$ 法は、高速で非常に正確な孔（微細孔ガラス基板 = TGV ）及び構造の導入を可能にすることができ、及び従って、マイクロシステム技術における原材料としてガラスがより多く使用されるための前提条件を作成する。

【0003】

レーザ誘導ディープエッチングの場合（例えば特許文献 1 及び特許文献 2）、レーザパルス又はパルス列を用いて透明な材料が光軸に沿って細長い領域の上に、透明な材料、即ちガラス板の全体の厚さに渡って非常に多くの変更がなされる。その結果、その後の湿式化学エッチングでの変更は異方性のエッチングである。レーザパルスが、適切な空間間隔でもって輪郭に沿って材料上に照射される場合、材料が異方性の材料除去間中に輪郭に沿って分離される。

40

【0004】

レーザーエネルギー入力は、変換を介して反応及び変更のきっかけ若しくは作動の場合に役立ち、その作用が、後に続く加工ステップでのみ所望の材料分離に対して実行され若しくは使用される。

【0005】

エッチングプロセスを介して、変更及び場合によっては後に続く異方性材料除去に基づ

50

き分離することによって、分離プロセスの為に発生されるだけでなく、平面に影響を及ぼす除去プロセスが利用でき、プロセスに対する非常に低い要求だけがある。特に、材料除去の影響する期間に関して、前処理され、及びそれに応じて変更される領域を全て同時に定量的及び定性的に記載された方法で実行することができる。その結果、複数の凹部又は穿孔部の製造のために必要な時間は、全体的にはるかに短縮される。

【0006】

個々のパルスの互いに間隔を置いた影響の種類に関連した原理、及びエッチングプロセスを介したそれらのその後の関係により、結果として切断面が発生するが、この切断表面は平坦ではない。むしろ、波形若しくは接続された穿孔と似たようなミシン目が発生する。

【0007】

この基本的に望ましくない不均一な切断表面は、レーザパルス間隔によって調整でき、一般に、レーザパルス間隔が小さいと、低い表現度での波若しくは隆起になると考えられている。

【0008】

従って、この方法の場合での二つの基本的な目的は、一方では大きなレーザパルス間隔による高速処理進行ステップと、他方では可能な限り滑らかで平坦なコースが断面のコースに近似することとが矛盾している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【文献】国際公開第2014/161534号

【文献】国際公開第2016/04144号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

本発明の根底にある課題は、これら二つの目的を最適な方法で達成する若しくは一致させ、作製する可能性を提供することである。これらの課題は、請求項1の特徴に基づいた方法でもって本発明に応じて解決される。本発明の別の構成は、従属請求項で引用している。

【課題を解決するための手段】

【0011】

つまり、本発明によれば、加工パラメータが以下の規則：

$1 > d / (R * t) > 10^{-5}$ 、

好ましくは状況に応じて：

$1 > d / (R * t) > 10^{-3}$ 、

d = レーザパルス間隔、 R = エッチング速度、及び t = エッチング期間、によって決定される場合に、この方法が企図されている。

【0012】

これにより、L I D E 法に従って切断された基板又は構成要素の機械加工された側面は、粗さが減少する。その際、本発明は、可能な限り滑らかな表面のためのパルス間隔が、例えば可能な限り小さくなるように選択されるのではなくて、前述の規定（独語：V o r s c h r i f t）にしたがって決定する必要がある、パルス間隔及びエッチング期間の粗さの依存に関する驚くべき知見に基づいている。

【0013】

特に、パルス間隔に依存する表面の粗さは、典型的に約 $1 \mu m$ から $3 \mu m$ の局所的な最小値を有する。これらの最小値の位置は、基板材料、使用される化学エッチング並びに別のプロセスパラメータに依存している。

【0014】

本発明に基づき、レーザ光によって変更された場所で、エッチング浴における異方性材料除去が可能になる。その結果、大きなアスペクト比（切断間隙幅 b の基板の厚さ D ）で

10

20

30

40

50

もって構造が次の条件 $12 > D/b > 1$ で発生できる。この場合、基板の厚さ D と比較して、エッチング速度 R 及びエッチング期間 t の積で表される湿式化学エッチングによる材料除去はわずかである。好ましくは、 $D/(R * t) > 3$ を適応する。特に好ましくは $D/(R * t) > 12$ を適応する。使用される基板材料は、レーザ誘導ディープエッチングで使用する波長に対して透過性であるガラスが好ましい。特に高アスペクト比及び低い粗さは、石英ガラスでもって実現できる。

【0015】

本発明は様々な実施形態を可能にする。その基本原理をさらに明確にするために、そのうちの 하나가 図で示されており、及び以下で説明される。それらは、それぞれ概略図で示される。

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】異なるレーザパルス間隔 (d) 及びエッチング期間 (t) の図である。

【図2】レーザパルス間隔 ($d = 3 \mu m$) 及びエッチング期間 ($t = 35$ 分) の場合での切断面の表面プロファイルの図である。

【図3】レーザパルス間隔 ($d = 10 \mu m$) 及びエッチング期間 ($t = 35$ 分) の場合での切断面の表面プロファイルの図である。

【図4】異なる材料除去の場合でのレーザパルス間隔 (d) 及び粗さ R_a の比率である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

図1は、レーザパルス間隔 d 及びエッチング期間 t (一定のエッチング速度 R の場合) の関数として、切断面の異なった波紋若しくは粗さがどのように発生するかを概略的に示す。予想どおり、粗さは減少し、パルス間隔 d が小さく、及びエッチング期間 t が長く選択される。

【0018】

これらは、切断面の表面プロファイルを用いて図2及び3で説明される。同じエッチング期間 $t = 35$ 分及び同じエッチング速度 R 、即ち同じ積 $R * t$ の場合、及びそれに関連した湿式化学エッチングによる同様の材料除去は、大きく異なる表面で二つのレーザパルス間隔 $d = 3 \mu m$ (図2) 及び $d = 10 \mu m$ (図3) の場合に発生する。

【0019】

図4は、異なる材料除去(エッチング除去)のためのレーザパルス間隔 d (ピッチ) の粗さ R_a (粗さ) の関係を示す。およそ $2 \sim 3 \mu m$ のレーザパルス間隔 d の場合には、粗さ R_a の局所的な最小値はおよそ $0.05 \sim 0.08 \mu m$ に達する。これは、材料除去に、エッチング速度とエッチング時間の積に、わずかに影響する。

10

20

30

40

50

【図面】

【図 1】

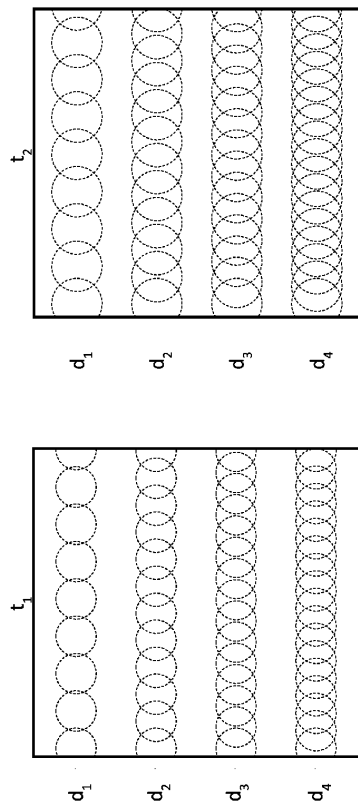
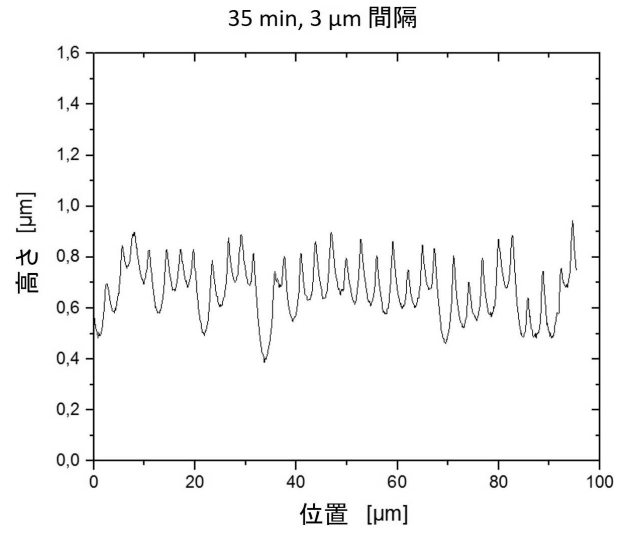


Fig. 1

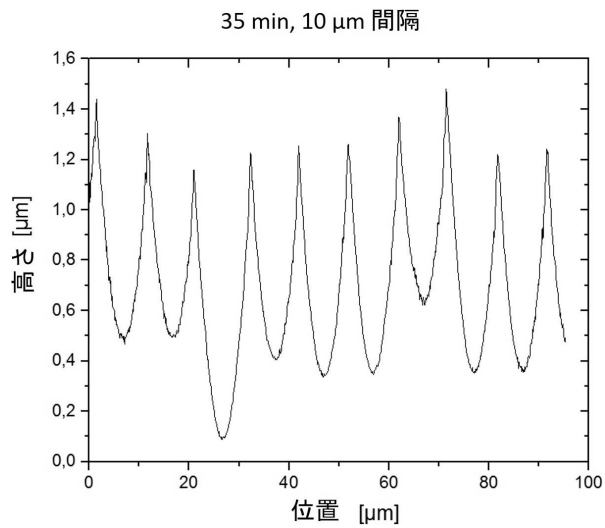
【図 2】



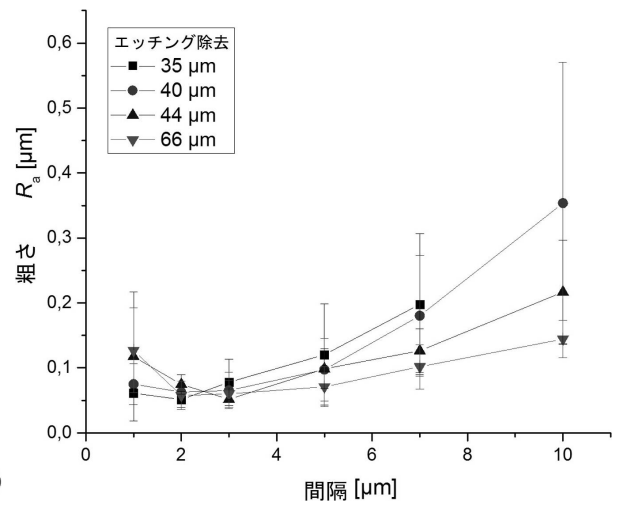
10

20

【図 3】



【図 4】



30

40

50

フロントページの続き

- ファー、アイルサー・マルシュ、 3
(72)発明者 ドウンカー・ダーニエール
ドイツ連邦共和国、 3 0 4 1 9 ハノーファー、ブッシリアートヴェーク、 1 7
(72)発明者 シュノール・アルネ
ドイツ連邦共和国、 3 0 6 2 5 ハノーファー、ベルックファーゼンストラーセ、 4 3
- 合議体
審判長 宮澤 尚之
審判官 立木 林
審判官 後藤 政博
- (56)参考文献 国際公開第 2 0 1 6 / 0 1 0 9 5 4 (W O , A 1)
国際公開第 2 0 1 6 / 0 1 0 9 4 9 (W O , A 1)
特開 2 0 1 1 - 0 3 7 7 0 7 (J P , A)
国際公開第 2 0 1 7 / 0 3 8 0 7 5 (W O , A 1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
B23K 26/00-26/70
B28D 1/00-7/04
C03B 23/00-35/26
C03B 40/00-40/04