(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第6782692号
(P6782692)

(45)発行日　令和2年11月11日(2020.11.11)　(24)登録日　令和2年10月22日(2020.10.22)

(51)Int.Cl.		F I		
B23K 26/53	(2014.01)	B２３Ｋ	26/53	
B23K 26/064	(2014.01)	B２３Ｋ	26/064	Z
H05K 3/00	(2006.01)	H０５Ｋ	3/00	N

請求項の数 11　(全 11 頁)

(21)出願番号　特願2017-512917 (P2017-512917)
(86)(22)出願日　平成27年8月7日 (2015.8.7)
(65)公表番号　特表2017-534458 (P2017-534458A)
(43)公表日　平成29年11月24日 (2017.11.24)
(86)国際出願番号　PCT/DE2015/100333
(87)国際公開番号　WO2016/041544
(87)国際公開日　平成28年3月24日 (2016.3.24)
審査請求日　平成29年3月6日 (2017.3.6)
審判番号　不服2019-13145 (P2019-13145/J1)
審判請求日　令和1年10月2日 (2019.10.2)
(31)優先権主張番号　102014113339.0
(32)優先日　平成26年9月16日 (2014.9.16)
(33)優先権主張国・地域又は機関　ドイツ(DE)

(73)特許権者　399007154
エル・ピー・ケー・エフ・レーザー・ウント・エレクトロニクス・アクチエンゲゼルシヤフト
ドイツ連邦共和国，３０８２７ガルブゼン，オステリーデ，７
(74)代理人　100069556
弁理士　江崎　光史
(74)代理人　100111486
弁理士　鍛冶澤　實
(74)代理人　100191835
弁理士　中村　真介
(72)発明者　アンブロジウス・ノルベルト
ドイツ連邦共和国、４７６２４　ケーヴェラー、ラエムヴェーク、１３
最終頁に続く

(54)【発明の名称】板状の加工物に少なくとも一つの窪み又は穴を配設する方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
３ミリメートル未満の厚さの板状の加工物（１）に少なくとも一つの窪み（４）及び／又は穴を配設する方法において、
この窪み（４）及び／又は穴が、互いに連なる多数の欠損箇所（３）にエッチングを徐々に進行させることによって形成されて、これらの欠損箇所（３）が、レーザービーム（２）との相互作用により生じることと、
一つのパルスの形のレーザービーム（２）の、ビーム軸線に沿った加工物の材料の厚さ全体に渡る空間的なビーム成形により材料内の複数箇所で集束されて形成される焦点が、加工物の材料と相互作用し、改変された材料領域の鎖列を一つのパルスで形成し、改変された材料領域の鎖列を形成するこの工程を、単一パルスを用いて行なうことによって、加工物（１）内の一鎖列の改変として、前記欠損箇所（３）を生成することと、
加工物（１）の主要な材料成分がガラスであることと、
を特徴とする方法。
【請求項２】
該欠損箇所（３）が、線に沿って、特に、軸又は直線に沿って配置されることを特徴とする請求項１に記載の方法。
【請求項３】
該欠損箇所（３）が、少なくとも部分的に直線（線５）とは異なる形態で配設されることを特徴とする請求項１に記載の方法。

【請求項４】
該欠損箇所（３）が接触し合わないことを特徴とする請求項１から３までのいずれか一つに記載の方法。
【請求項５】
該欠損箇所（３）が軸（線５）に沿って一つの表面から第二の表面にまで延びることを特徴とする請求項１から４までのいずれか一つに記載の方法。
【請求項６】
該加工物（１）の平均的な厚さがエッチング浸食により低減されることを特徴とする請求項１から５までのいずれか一つに記載の方法。
【請求項７】
該レーザービーム（２）は、加工物（１）の材料がほぼ透過する波長を有することを特徴とする請求項１から６までのいずれか一つに記載の方法。
【請求項８】
該レーザービーム（２）のパルス長が１００ピコ秒未満、特に、１２ピコ秒未満であることを特徴とする請求項１から７までのいずれか一つに記載の方法。
【請求項９】
該空間的なビーム成形が、球面収差の大きな光学系又は回折光学素子によって実現されることを特徴とする請求項１から８までのいずれか一つに記載の方法。
【請求項１０】
ビーム軸に沿ったレーザービームの近軸ビームと周縁ビームの焦点位置の間の違いが１００μｍを上回る、特に有利には、２５０μｍを上回ることを特徴とする請求項１から９までのいずれか一つに記載の方法。
【請求項１１】
該窪み（４）又は穴の外被面がミミズ構造を形成することを特徴とする請求項１から１０までのいずれか一つに記載の方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、３ミリメートル未満の厚さの板状の加工物に少なくとも一つの窪み又は穴を配設する方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
プロセッサコアとしてのマイクロチップは、典型的には、その下側の比較的小さい面に互いに狭い間隔を開けて分散した形の数百の接点を有する。そのような狭い間隔のために、それらの接点を回路基板、所謂マザーボードに直接取り付けることができない。そのため、絶縁材料から成る、所謂インターポーザが、接触基礎面を拡大することが可能な接続部品として用いられている。そのため、例えば、ガラス、ガラス繊維強化エポキシ樹脂又はシリコンから絶縁・再配線層を構成して、それに多数の穴を設けなければならない。
【０００３】
インターポーザの材料として、ガラスは、シリコンよりも安価であり、その温度膨張に関して、能動的なコンポーネント、例えば、マイクロプロセッサの温度膨張に適合させることができるので特に有利である。使い易いインターポーザへのガラスの処理が、挑戦すべき課題として残る。特に、スルーホール処理のためにガラス製加工物に多数の穴を効率的に配設することが、従来技術では未だ経済的に解決されていない。
【０００４】
そのため、特許文献１により、ビーム強度がガラス内の一つの通路に沿って局所的な非熱破壊を引き起こすような強さである集束させたレーザーパルスをガラス製加工物上の第一の層に向ける方法が周知である。その方法の第二の工程では、互いに対向する電極に高電圧エネルギーを供給し、そのことが、通路に沿ってガラス製加工物を通る誘電破壊を引き起こすことによって、それらの通路を穴に拡大している。それらの穴は、所望の穴直径

に到達して、エネルギー供給の遮断によりプロセスが停止されるまで、穴材料の熱電式加熱及び蒸発によって拡大して行く。それに代わって、或いはそれに追加して、ノズルを用いて穴を開ける箇所に向けた反応ガスによって、それらの通路を拡大することもできる。それらの穴箇所は、供給されるエッチングガスによって拡大することもできる。先ずは非熱破壊により加工物に穴を開け、次の工程で、通路の直径を穴に拡大しなければならないことにより生じる比較的負担のかかるプロセスが欠点であることが分かっている。

【０００５】

フィラメントの生成によりガラスを処理する方法が、特許文献２により周知である。「フィラメント」との用語は、自己収束のために媒体内において回折すること無くビームが伝播することを表す。パルスエネルギーとパルス長を好適に選定した場合、特に、メガヘルツ帯域の繰返し周期と１０ピコ秒未満のパルス長を有するパルス列を有利に使用した場合、逆方向の効果のために、即ち、カー効果による自己収束と小さいビーム直径に起因する回折によるデフォーカス作用のためにフィラメントが発生する。これら二つの効果の平衡によって、レーザービームは、その波長を透過する材料を通って進むことができ、その直径は少なくともほぼ一定のままである。そこに記載された方法では、材料の処理は、光学式破壊のための閾値未満で実施されている。従って、ピコ秒パルスとフェムト秒パルスを用いた従来の材料処理と比べて、レーザービームを弱く集束させることが必要である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００６】

【特許文献１】ドイツ特許第１０２０１００２５９６６号明細書

【特許文献２】米国特許公開第２０１３／１２６５７３号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

本発明の課題は、湿式化学エッチング又はドライエッチングが材料の欠損箇所に異方性の浸食を引き起こすことを可能とすることである。それによって、第一の工程で生成した欠損箇所を徐々に拡大させ、それにより、窪み又は穴を生成することができる。この方法は、時間負担を大幅に軽減した形で多数の窪み又は穴を生成することを可能にする。

【課題を解決するための手段】

【０００８】

本課題は、本発明による請求項１の特徴に基づく方法により解決される。本発明の別の実施形態は、従属請求項から読み取ることができる。

【０００９】

即ち、本発明では、例えば、材料の破壊を引き起こすこと無く、有利には、レーザービームのビーム軸線に沿って、複数の改変の鎖列だけが加工物の材料に起こるように、レーザービームを短時間ガラス製加工物に向け、次の工程で、事前にレーザービームを用いて欠損箇所を設けた加工物の領域でのみ、異方性の材料浸食が実行され、そのようにして、ガラス製加工物に窪み又は穴を配設する方法を提案する。典型的には、レーザービームによって、加工物に複数の小胞の直線的な鎖列が生成される。個々の小胞は、エッチング剤の浸入によって拡大される。複数の欠損箇所はレーザービームとの相互作用により生じ、そのレーザービームが、一つのパルスの形で加工物の材料と相互作用し、このとき、ビーム軸線に沿った加工物の材料の厚さ全体に渡る空間的なビーム成形によるレーザービームの焦点が相互作用をする。

【００１０】

この場合、本発明の意味において、「加工物の穴」との用語は、例えば、貫通穴などの加工物の厚さ全体を通って延びる開口であると理解すべきである一方、例えば、盲穴などの加工物の厚さ全体を通って延びない開口は「窪み」と称する。

【００１１】

以下において、「欠損箇所」とは、局所的に境界を画定された小胞及び／又は化学的な

改変部であると理解する。
【００１２】
この場合、事前に生成した欠損箇所がエッチング作用により加工物内の中空空間にまで拡大されて、エッチングプロセスにより徐々に繋がって行く形で、互いに連なる多数の欠損箇所が徐々にエッチングされることによって、窪み又は穴が形成される。それによって、エッチング液が一つの欠損箇所から次の欠損箇所に速く到達する。この場合、重力の影響は決定的ではない。むしろ、エッチングの進捗が、上方から下方に、並びにその逆向きに比較的上手く行き、その結果、特に、両方の外側から同時にエッチングプロセスを開始することができる。
【００１３】
加工物内の改変として生成される欠損箇所によって、エッチングプロセスは、それらの欠損箇所が配置された線に追従する。この線は、直線とするか、或いはエッチングプロセスが精確に守り得る殆ど任意の輪郭に従うことができる。そのため、殆ど任意の部分輪郭を生成することも初めて可能である。
【００１４】
外側に有る欠損箇所の領域において、加工物内の更に内側に有る欠損箇所と比べて作用時間が、より長いことによって、より大きな拡大が生じるにも関わらず、全体として小さい円錐形の拡大部を観測することができる。そのようにして生成された窪み又は穴の輪郭は、エッチングプロセスの停止後において、一連の横断面拡大部及び狭窄部により特徴付けられ、これらの横断面拡大部及び狭窄部は、同じ横断面を有することもなく、隣り合う横断面拡大部及び狭窄部との間隔が同じであることもない。
【００１５】
そのように規定される構造はミミズ（ラテン語で「ｌｕｍｂｒｉｃｕｓ　ｔｅｒｒｅｓｔｒｉｓ」）の外側形態と一致するので、当業者は、それをミミズ構造と規定している。
【００１６】
従って、「ミミズ構造」との用語は、規則的かつ不規則的な横断面拡大部及び狭窄部に該当し、その移行部を連続にするか、或いは不連続にすることができる。この場合、横断面拡大部又は狭窄部は、主軸線に対する横断面内に、或いは主軸線に対して傾斜した横断面内に延びることができる。更に、隣り合う横断面拡大部又は狭窄部の中心点は、同じ直線上に無いようにすることもでき、その結果、横断面拡大部又は狭窄部は、互いにずれて配置される。隣り合う横断面拡大部の高さは一致させるか、或いは互いに相違させることもできる。更に、当然のことながら、窪み又は穴の主軸線も、面法線と異なる形で加工物の表面に対して傾斜して延びることができる一方、横断面拡大部及び狭窄部は、加工物の表面に対して平行な面の方向に向けられる。
【００１７】
この場合、ミミズ構造は、反応性イオンディープエッチング（ｄｅｅｐ　ｒｅａｃｔｉｖｅ　ｉｏｎ　ｅｔｃｈｉｎｇ：ＤＲＩＥ）と呼ばれる、従来技術で周知の別の方法に匹敵する。それは、同様にシリコン内に微細構造を製作するために、例えば、シリコンにスルーホールを製作するために用いられる異方性ドライエッチングプロセスである。従って、本発明による方法を実施する場合、以下のプロセスを適合させる必要がないか、或いは僅かしか適合させる必要がない。
【００１８】
この場合、窪み又は穴は、事前に生成された欠損箇所がエッチング作用により加工物内の中空空間にまで拡大されて、エッチングプロセスにより徐々に繋がって行く形で、互いに連なる多数の欠損箇所が徐々にエッチングされることによって形成される。それによって、エッチング液が一つの欠損箇所から次の欠損箇所に速く到達する。この場合、重力の影響は決定的ではない。むしろ、エッチングの進捗が、上方から下方に、或いはその逆向きに比較的上手く行き、その結果、特に、両方の外側から同時にエッチングプロセスを開始することができる。
【００１９】

加工物内の改変として生成される欠損箇所によって、エッチングプロセスは、それらの欠損箇所が配置された線に追従する。この線は、直線とするか、或いはエッチングプロセスが精確に守り得る殆ど任意の輪郭に従うことができる。そのため、殆ど任意の部分輪郭を生成することも初めて可能である。

【００２０】

外側に有る欠損箇所の領域において、加工物内の更に内側に有る欠損箇所と比べて作用時間が、より長いことによって、より大きな拡大が生じるにも関わらず、全体として小さい円錐形の拡大部を観測することができる。

【００２１】

そのようにして生成された窪み又は穴の輪郭は、エッチングプロセスの停止後において、一連の横断面拡大部及び狭窄部によって特徴付けられ、これらの横断面拡大部及び狭窄部は、同じ横断面を有することもなく、隣り合う横断面拡大部及び狭窄部との間隔が同じであることもない。これらの横断面拡大部及び狭窄部の直径の差は、エッチングすべき欠損箇所の数と密度に応じて、１μｍ未満又は１００ｎｍ未満とすることができ、その結果、それどころか、これらの窪み又は穴を巨視的に滑らかに見ることができる。

【００２２】

ガラス内の複数の改変は、一つのレーザービームによって引き起こすことができ、そのレーザービームは、回折光学素子を用いて、複数の改変の直線的な鎖列を生成するように成形される。これらの改変は、一連のパルス又は単一パルスによって生成することができる。

【００２３】

本方法の構成により、生成された窪み又は穴は特徴的な形状を有する。基本的に異方性の作用を奏するエッチング方法は、加工物の改変領域を特に強く浸食して、改変領域が、典型的には、複数の改変の直線的な鎖列の形で出現するので、周囲を巡る多数の同心構造が窪み又は穴の外被面に生じる。

【００２４】

欠損箇所を徐々にエッチングした結果生じる周囲を巡る同心の微細構造がその後の穴内での金属層の特に良好な付着力を提供するので、本方法は、これらの穴の構造のために、インターポーザを製作するのに特に良く適している。

【００２５】

そのような加工物を複数の同種又は異種マイクロチップの端子を電気接続するための所謂インターポーザとして使用することが特に実用的である。プロセッサコアとしてのマイクロチップは、典型的には、その下側の比較的小さい面に互いに狭い間隔を開けて分散した形の数百の接点を有する。そのような狭い間隔のために、これらの接点を回路基板、所謂マザーボードに直接取り付けることができない。そのため、インターポーザは、接触基礎面を拡大することが可能な接続部品として用いられている。

【００２６】

そのようなインターポーザは、有利には、ガラス又はシリコンから構成され、例えば、接触面、再配線、スルーホール、並びに能動及び非能動コンポーネントを有する。

【００２７】

本発明により、レーザービームによって、加工物を破壊するのではなく、改変又は転換だけを引き起こすので、そのような配設すべき窪みの間隔を一層低減できると同時にレーザー電力も低下できることが漸く分かった。ガラス製加工物が透過する波長でレーザーを動作させるのが特に有利であり、その結果、ガラス製加工物を貫通させることが保証される。特に、それによって、穴又は窪みの直径を一定にすることとなる、レーザービームの軸線に対して同軸のほぼ円筒形の改変ゾーンが保証される。

【００２８】

１．１μｍを上回る波長が、シリコンの処理に特に有利である。

【００２９】

特に、シリコンから成る加工物に窪み又は穴を生成する場合、結晶対称に対するビーム

軸線の角度が約０°、４５°又は９０°になるようにレーザービームの伝播方向を向けるのが特に有利である。

【００３０】

パルス長は、従来技術により周知の方法と比べて大幅に短くすることができる。本発明による特に有利な実施形態では、１００ナノ秒未満～１ピコ秒未満のパルス長でレーザーを動作させせることができる。

【００３１】

パルスエネルギーとパルス長を好適に選定した場合、特に、メガヘルツ帯域の繰返し周期と１０ピコ秒未満のパルス長を有するパルス列を有利に使用した場合、逆方向の効果のために、即ち、カー効果による自己収束と小さいビーム直径に起因する回折によるデフォーカス作用のためにフィラメントが発生する。

【００３２】

基本的に、本方法は、所定の材料の加工物に限定されない。ガラスなどの誘電材料を使用するのが有望である。珪酸アルミニウム、特に、ホウ珪酸アルミニウムを主要な材料成分とするガラスを使用するのが特に有望である。

【００３３】

有利には、加工物は、少なくともその改変領域において、例として、例えば、液体エッチング、ドライエッチング又は気相エッチングなどのエッチング方法、或いは高電圧又は高周波を用いた蒸発によって、異方性の材料浸食を施され、そのようにして、加工物に窪み又は穴を配設する。この異方性の材料浸食によって、逐次的な浸食方法ではなく、プロセスに対して低い要件しか課さない面的な作用を奏する浸食方法を本来の材料浸食のために使用することが可能である。むしろ、その作用時間によって、ここで述べた手法で前処理され、それに対応して改変された全ての領域に対する材料浸食を量的かつ質的に同時に実行することが可能となり、その結果、多数の窪み又は穴を生成するための時間負担が全体として大幅に軽減される。

【００３４】

両方の効果の平衡によって、レーザービームは、その波長を透過する材料を通って進むことができ、その直径は、少なくともほぼ一定のままである。

【００３５】

この場合、レーザービームのピーク強度を高くすると、有利には、プラズマ発生などのデフォーカス作用を強化する別の効果を使用することもできる。

【００３６】

実際には、デフォーカス作用と自己収束の間の相互作用は周期的に進行し、その結果、改変された複数の材料領域の鎖列が得られる。これらの効果の構成に応じて、纏まった通路、所謂プラズマチャネルを作成することもできる。

【００３７】

基本的には、フィラメントの形成を材料の最大材料厚の部分区画に限定した形で行なうことができる。このフィラメントの形成は、ビームがカー媒質を離れて遠ざかった場合又はデフォーカス作用を奏する回折が自己収束よりも優勢となる程度にまでビーム強度が低下した場合に終了する。

【００３８】

実際には、例えば、一定数の穴を備えた、ガラス繊維で強化されたエポキシ樹脂プレートがインターポーザとして使用される。このガラス繊維マットの表面には、導体路が延びており、これらの導体路は、各穴を通って穴を詰めるとともに、ガラス繊維マットの別の側では、プロセッサコアの端子接点にまで通じている。しかし、熱の発生時には、コアプロセッサとガラス繊維マットの間に異なる膨張が発生し、それにより、これら二つのコンポーネントの間に機械的な応力が生じる。

【００３９】

これらのフィラメントは、処理ヘッドの位置決めと交互照射を実施するレーザー処理によって実現することができる。それに対して、加工物にビームを向けている間に、処理へ

ッドと加工物の間の連続した相対的な動きを実施し、そのため、即ち、レーザービームを「飛翔する」動きで加工物に渡って連続して動かすのが有利であり、その結果、即ち、中断すること無く相対位置を変化させることが極めて速い処理時間を生み出すこととなる。

【００４０】

この場合、処理ヘッドに対する材料の相対位置を一定の速度で変えることができ、その結果、パルス周波数が一定の場合、生成すべき改変の間隔が所定の格子間隔に従うこととなる。

【００４１】

特に有利には、加工物が透過する波長でビーム源を動作させ、その結果、加工物を貫通させることが保証される。特に、それによって、穴又は窪みの直径を一定にすることとなる、ビーム軸線に対して同軸のほぼ円筒形の改変ゾーンが保証される。

【００４２】

更に、フィラメントの円錐形の入口領域が出現するように、異方性浸食の作用ゾーンを構成するために、ビーム源によって、更に表面領域も浸食するのが有利であるとすることもできる。このようにして、その後のスルーホール処理を容易にすることができる。更に、この領域に、例えば、エッチング液の作用を集中させる。

【００４３】

本発明による方法の一つの実施形態では、５０ｐｓ未満、有利には、１０ｐｓ未満のパルス長でビーム源を動作させることができる。

【００４４】

本発明の別の同じく特に有望な実施形態では、特に、改変後に、特に、その後配設すべき多数の穴を覆う、少なくとも個別の面的な金属層を加工物に配備する。次の工程で、この金属層により片側をブロックされた窪みが生成されるように、改変された領域を浸食する。この場合、金属層は、有利には、改変後に、しかし、材料の浸食前に成膜され、その結果、材料浸食後に、例えば、導体路として成膜された金属層が窪みをブロックし、それによって、そこに配設すべき接点のための最適な基礎部を同時に形成する。この場合、窪みの領域において、周知の方法でスルーホール処理が行なわれる。この金属層が導体路として成膜されることによって、更に、所望の配線構成を簡単に生成することができる。

【００４５】

本発明の別の同じく特に有望な実施形態では、加工物は、レーザー処理の前に、少なくとも一つの表面にエッチングレジストを面的にコーティングされる。有利な電磁ビーム源としてのレーザービームの作用によって、このエッチングレジストは、少なくとも一つの表面上の点状の作用ゾーンにおいて除去されて、加工物に改変を生成する。このようにして、改変されない領域が、その後のエッチングプロセスでの望ましくない作用から保護され、従って、材料の表面が損傷されない。この場合、エッチングレジストは、その下に有る材料の改変を妨げない。むしろ、エッチングレジストは、レーザービームに対して透過性であるか、或いはレーザービームによって、ほぼ点状に除去される、即ち、例えば、蒸発される。更に、エッチングレジストが、改変を支援する作用を奏する、即ち、例えば、改変プロセスを加速する物質を含むことを排除しない。

【００４６】

当然のことながら、エッチングレジストを取り除いた後、所望のスルーホール処理のための基礎部として金属層を使用するために、エッチングレジストの塗布前に、材料の外面の中の一つに前述した金属層を成膜することができる。

【００４７】

このエッチングレジストは、処理終了後に材料の表面に残すことができる。しかし、有利には、エッチングレジストは、異方性の材料浸食後に周知の手法で材料の表面から取り除かれる。

【００４８】

基本的に、本発明は、材料の所定の材料組成に限定されない。しかし、加工物が主要な材料成分として珪酸アルミニウム、特に、ホウ珪酸アルミニウムを有するのが特に有望で

ある。

【００４９】

本発明の同じく特に実用的な別の実施形態では、加工物に生成される隣り合うフィラメントの分割線に沿った間隔は、改変される領域が互いに直に隣り合うか、或いは非常に小さい相互間隔を有し、そのようにして所定の材料領域を分離するように実現される。

【００５０】

この分離は、フィラメントの配設後に、材料の内部応力によって、或いは外部からの力の印加により分割線に沿って行なわれる。それに代わって、或いはそれを補完して、熱応力によって、特に、大きな温度差によって、この内部応力を発生させることもできる。

【００５１】

本発明は、様々な実施構成を許容する。この基本原理を更に明らかにするために、それらの中の一つを図面に図示して、以下において説明する。これらは、次の通り、それぞれ基本図面を図示している。

【図面の簡単な説明】

【００５２】

【図１ａ】加工物に窪みを配設する場合の本方法のフロー図

【図１ｂ】加工物に窪みを配設する場合の本方法のフロー図

【図１ｃ】加工物に窪みを配設する場合の本方法のフロー図

【図２ａ】異なる窪みの考え得る形態図

【図２ｂ】異なる窪みの考え得る形態図

【図３ａ】異なる窪みの考え得る別の形態図

【図３ｂ】異なる窪みの考え得る別の形態図

【図３ｃ】異なる窪みの考え得る別の形態図

【発明を実施するための形態】

【００５３】

図１は、板状の加工物１に穴を配設する際の本方法の個々の工程から成る、レーザービームを照射した後、エッチングすることにより板状の加工物に穴を配設するための本方法の複数の工程のフロー図を図示している。そのために、図１ａでは、加工物１の表面にレーザービーム２を向けている。この場合、加工物１の厚さｄは３ｍｍまでである。このレーザービーム２の作用時間は極めて短く選定されており、その結果、加工物１の改変だけがレーザービームのビーム軸線の周りに同心に生じる。そのために、加工物１が透過する波長でレーザーを動作させる。そのようにして改変された、欠損箇所３を有する領域が、図１ｂに複数の小胞の直線的な鎖列の形で図示されている。図１ｃに図示された本方法の次の工程では、図示されていないエッチング剤の作用のために、事前にレーザービーム２により改変を施された、加工物１の欠損箇所３により形成される領域に異方性の材料浸食を引き起こす。それにより、円筒形の作用ゾーンに沿った加工物１の穴として、窪み４が出現する。

【００５４】

この穴は、図２ａと２ｂ及び図３ａ～３ｃの図面から分かる通り、外被面上において周囲を巡る多数の同心構造を有する。

【００５５】

この場合、窪み４は、事前に生成した欠損箇所３をエッチング作用により加工物１内の中空空間にまで拡大して、エッチングプロセスにより徐々に繋げる形で、互いに連なる多数の欠損箇所３を徐々にエッチングすることによって形成される。それによって、エッチング液が一つの欠損箇所３から次の欠損箇所３に速く到達する。この場合、重力の影響は決定的ではないので、エッチング工程は、上方からでも下方からでも行なわれ、両方の外側から同時に開始される。外側領域におけるエッチング剤の比較的長い作用時間によって、図２ｂから分かる通り、欠損箇所３が外側表面の領域において円錐形に拡大している。

【００５６】

加工物１内の改変として生成された欠損箇所３によって、エッチングプロセスは、それ

らの欠損箇所３が配置された線５に追従する。この線５は、直線とするか、或いはエッチングプロセスが精確に守り得る殆ど任意の輪郭に従うことができる。そのため、殆ど任意の部分輪郭を生成することも初めて可能である。

【００５７】

外側に有る欠損箇所３の領域において、加工物内の更に内側に有る欠損箇所３と比べて作用時間が、より長いことによって、より大きな拡大が生じるにも関わらず、全体として小さい円錐形の拡大部を観測することができる。

【００５８】

そのようにして形成された窪み４又は穴の輪郭は、エッチングプロセスの停止後において、一連の横断面拡大部及び狭窄部によって特徴付けられ、その形態は、ミミズを想起させ、これらの横断面拡大部及び狭窄部は、例えば、図２ｂ及び３ｃから分かる通り、同じ横断面を有することもなく、図３ｃに図示されている通り、隣り合う横断面拡大部及び狭窄部との間隔ａ１，ａ２が同じであることもない。この場合、一つの横断面拡大部又は狭窄部は、主軸線に対する横断面内に、或いは図３ａに図示されている通り、主軸線に対して傾斜した横断面内に配置することができる。

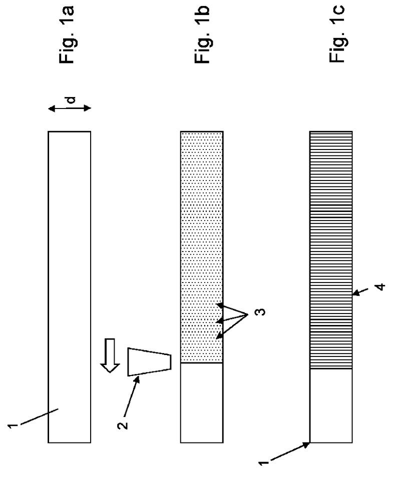
【００５９】

更に、隣り合う横断面拡大部又は狭窄部の中心点は、加工物１の表面に対して傾斜した共通の直線５上に有ることもでき、その結果、横断面拡大部又は狭窄部は、互いにずれて配置されるとともに、横断面拡大部又は狭窄部は、図３ａに図示されている通り、外面に対して傾斜する方向又は図３ｂに図示されている通り、外面に対して平行な方向を向くことができる。

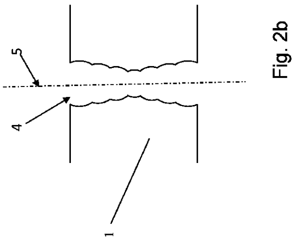
【００６０】

図３ｃから読み取ることができる通り、隣り合う横断面拡大部の面重心はそれぞれオフセットを有し、その結果、これらの横断面拡大部は、特に、共通の線上に配置されない。

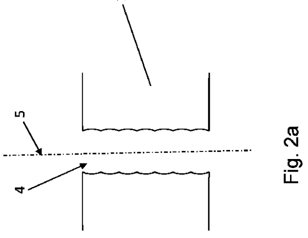
【図１ａ−１ｃ】



【図２ｂ】



【図２ａ】



【図３ａ－３ｃ】

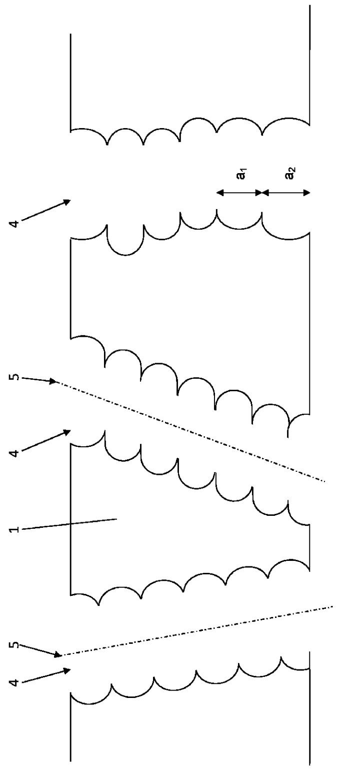


Fig. 3a

Fig. 3b

Fig. 3c

フロントページの続き

(31)優先権主張番号　102014116291.9
(32)優先日　平成26年11月7日(2014.11.7)
(33)優先権主張国・地域又は機関
ドイツ(DE)

(72)発明者　オストホルト・ローマン
ドイツ連邦共和国、３０８５５　ランゲンハーゲン、アルテンホルスト、４４

合議体
審判長　見目　省二
審判官　大山　健
審判官　刈間　宏信

(56)参考文献　国際公開第２０１２／０１４７１８（ＷＯ，Ａ１）
特表２０１３－５３６０８１（ＪＰ，Ａ）
特開２００６－１４２３４２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
B23K 26/53
B23K 26/064
H05K 3/00