

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2009年4月23日 (23.04.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/050938 A1

- (51) 国際特許分類:
B23K 26/00 (2006.01) B28D 5/00 (2006.01)
B23K 26/38 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/064855
- (22) 国際出願日: 2008年8月20日 (20.08.2008)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2007-268589
2007年10月16日 (16.10.2007) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三星ダイヤモンド工業株式会社 (MITSUBOSHI DIAMOND INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5640044 大阪府吹田市南金田2丁目12番12号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 森田 英毅 (MORITA, Hideki) [JP/JP]; 〒5640044 大阪府吹田市

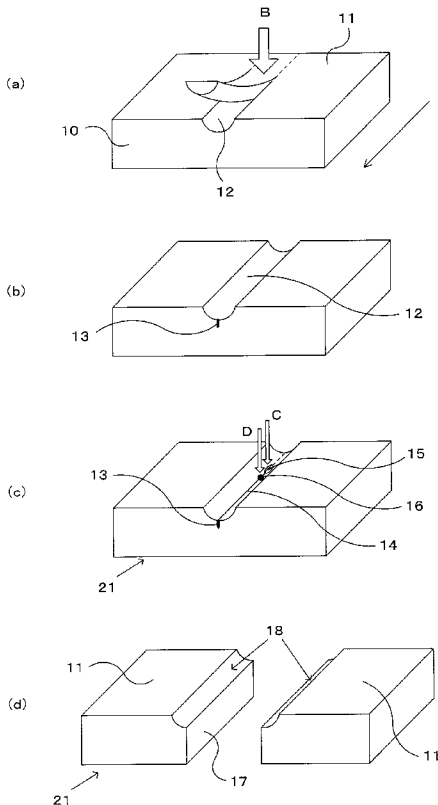
- 南金田2丁目12番12号三星ダイヤモンド工業株式会社内 Osaka (JP). 清水 政二 (SHIMIZU, Seiji) [JP/JP]; 〒5640044 大阪府吹田市南金田2丁目12番12号三星ダイヤモンド工業株式会社内 Osaka (JP). 福原 健司 (FUKUHARA, Kenji) [JP/JP]; 〒5640044 大阪府吹田市南金田2丁目12番12号三星ダイヤモンド工業株式会社内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 鹿島 義雄 (KASHIMA, Yoshio); 〒5300052 大阪府大阪市北区南扇町7丁目2番ユニ東梅田409号 Osaka (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE,

[続葉有]

(54) Title: METHOD OF MACHINING U-SHAPED GROOVE OF SUBSTRATE OF FRAGILE MATERIAL, REMOVAL METHOD, BORING METHOD AND CHAMFERING METHOD USING THE SAME METHOD

(54) 発明の名称: 脆性材料基板のU字状溝加工方法およびこれを用いた除去加工方法およびくり抜き加工方法および面取り方法

[図6]



(57) Abstract: A method of easily forming a linear or curved continuous or discontinuous U-shaped groove on a substrate surface, and a chamfering method using the same. Part of the surface of a substrate made of a fragile material is rapidly heated under laser irradiation conditions for forming the U-shaped groove consisting of a predefined combination of laser power, a laser irradiation area and scanning speed according to a substrate material to be machined, a groove width of the U-shaped groove to be formed, a depth and a shape of a groove surface, thereby exfoliating part of the substrate from the surface and forming the U-shaped groove. A chamfered face comprising a groove surface constituted of part of the U-shaped groove formed between an end surface segmented from an expected segmentation line and the substrate surface is formed by a method of scribing from an initial end of the expected segmentation line set on the bottom of the groove toward a terminal end by means of laser crack growth, a method of scribing by means of a cutter wheel or the like.

(57) 要約: 基板表面に容易に直線状もしくは曲線状の連続あるいは非連続のU字状溝を形成する方法およびこれを用いた面取り方法の提供。脆性材料基板の表面の一部を、加工対象の基板材料、形成予定のU字状溝の溝幅、深さ及び溝面の形状に対応して、予め求めたレーザパワー、レーザ照射面積、走査速度の組合せからなるU字状溝形成用のレーザ照射条件で急加熱することにより、基板の一部を表面から剥離させ、U字状溝を形成する。形成されたU字状溝の底部に設定した分断予定ラインの始端から終端に向けて、レーザ亀裂成長でスクライブする方法、カッターホイールでスクライブする方法等により、分断予定ラインから分断された端面と基板表面との間に形成されたU字状溝の一部によって構成される溝面からなる面取り加工面を形成する。

WO 2009/050938 A1



SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ,
UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE,
SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可
能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD,
SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,
KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,

添付公開書類:
— 国際調査報告書

明 細 書

脆性材料基板のU字状溝加工方法およびこれを用いた除去加工方法およびくり抜き加工方法および面取り方法

技術分野

- [0001] 本発明は脆性材料基板の表面の一部を急加熱することにより、この基板の一部を表面から剥離し、U字状溝の形成する方法、及び当該方法を用いて加工対象物を除去加工又はくり抜き加工する方法に関する。
- [0002] 例えば、精密機械の加工テーブルには、線膨張率が小さいという属性が注目されてガラス基板等の脆性材料基板が用いられている。通常この種の加工テーブルは、上型と下型から構成されており、上型と下型の接触面には潤滑性を高める為の油溜めや冷却通路が形成されている。この油溜めや冷却通路を形成するにはガラス基板に溝を形成しなければならない。そして、このような溝を形成する方法としては一般に、機械的方法と化学的方法が知られている。機械的方法は、切削加工あるいは放電加工によりガラス基板上に機械的に溝を掘った後、研磨を行う方法である。この方法は、非常に正確な溝を形成できるという利点はあるが、溝を機械的に掘ってゆく作業は、効率が悪く量産性に欠け、製造コストが高むという問題点がある。一方、化学的方法は、エッチングにより溝を形成する方法であり、等方性エッチングを行う方法と、異方性エッチングを行う方法とがある。このようなエッチングを用いる方法は、量産に適し、低コスト化を図ることができる。しかし、機械的方法に比べて正確な溝を形成することができないという問題がある。
- [0003] また、脆性材料基板の面取り加工法に目を向ければ、切削加工、研削加工、研磨加工、放電加工等によりエッジラインを面取り加工する方法があり、レーザによる面取り加工では、レーザ照射による高温加熱で基板材料を熔融又は昇華して除去するレーザアブレーションにより面取り加工を行う方法が知られている。これらのうち、レーザアブレーションにより形成された面取り加工面にはアブレーション跡が見られ、また、マイクロクラックが発生しやすくなっており、好ましい面取り加工面を得ることが難しい。また、レーザアブレーションでは、レーザ照射により除去された基板物質が飛散し、

基板を汚染するため、後から汚染物質を取り除かなければならないという問題点がある。

[0004] また、レーザによる面取り加工方法としては、前記アブレーション以外の面取り加工方法として、基板のエッジラインに沿ってレーザビームを照射して加熱溶融する加熱溶融法が提案されている。例えば、ガラス部材全体を常温より高い温度に保持(余熱)した状態で、エッジライン(稜線)近傍をレーザ加熱して軟化させて、材料の表面張力によりエッジラインを丸くすることにより面取りを行う方法が開示されている(特許文献1)。

[0005] 図15は、CO₂レーザ光源を用いて、加熱溶融法により面取り加工を行う際のレーザ照射状態を示す断面図である。予め、図示しないヒータを用いてガラス基板10全体を徐々に加熱(予備加熱)して、軟化温度より低い所定温度に保持しておき、続いて所定温度に保持されたガラス基板10のエッジライン51に沿って、CO₂レーザ光源50からのレーザビームを走査する。その際、レーザ出力、走査速度を調整することにより、レーザビームが照射された部分が高温になって軟化し、材料自身の表面張力によりレーザ照射されたエッジ部分が丸みを帯びるように加工する。

[0006] この場合、予備加熱、加工後の冷却に時間がかかる。また、基板全体を予備加熱する必要があり、加熱できないデバイスやセンサ等の機能膜が基板上に既に形成されている場合には、この方法による面取り加工を実施できない場合もある。また、予備加熱が不十分であれば熱応力により割れ(クラック)が発生し、良好な面取り加工ができなくなる。さらに、加熱溶融による面取り加工では、溶融部分が変形してその一部(丸みを帯びた部分の一部)が周囲よりも膨れてしまい、基板端面の平坦度が損なわれることがある。

[0007] さらに、レーザ照射による加熱溶融法以外の面取り方法として、エッジ近傍にレーザビームを照射して加熱することでガラス基板10にクラックを発生させ、レーザビームを相対的にエッジライン方向に走査することにより、クラックをエッジラインに沿って成長させ、ガラス基板からエッジ近傍を分離することにより面取りを行うレーザ面取り加工法が開示されている(特許文献2)。

図16は、CO₂レーザ光源を用いて、レーザ加熱による亀裂成長面取り加工を行う

際のレーザ照射状態を示す断面図である。ガラス基板10のエッジライン51付近に CO_2 レーザ光源50からのレーザビームを局所的熱膨張に伴う熱応力によってクラック52が発生する。そして、エッジライン51に沿ってレーザビームを走査することにより、順次発生するクラック52がエッジライン51に沿って成長し、エッジライン51を含むエッジ近傍(角部分)が分離される。

特許文献2によれば、レーザ加熱による亀裂成長面取り加工を行うことにより、ガラス基板の精度を損なうことなく、高い生産性と洗浄工程を必要としない面取り加工を施すことができるとされている。

特許文献1:特開平2-241684号公報

特許文献2:特開平9-225665号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0008] 上述したように、レーザ照射によるガラス基板の面取り方法では、基板の分断面に形成されたエッジラインに沿って、レーザビームを走査するようにしている。このとき、レーザアブレーションによる面取りでは基板汚染の問題があり、加熱溶融法による面取りでは基板端面の平坦度がくずれる問題がある。一方、レーザ加熱による亀裂成長による面取り加工ではこのような問題は発生しないが、「取り残し」や均一な面取り量が得られない等の問題がある。

[0009] 図17(a)はガラス基板にレーザ加熱による亀裂成長面取り加工を行う状態を示す斜視図、図17(b)はその平面図である。ガラス基板10から外れた位置 P_A からエッジライン11に近づくようにレーザビームを走査し、さらにガラス基板の一端 P_B からエッジライン11に沿ってレーザビームを走査していくことにより、このエッジライン11に沿ってガラス基板を軟化点以下の温度で加熱する。これにより、レーザビームが照射されたエッジライン11近傍に熱応力によるクラックが進展し、円弧状の面取り加工面14が形成されるのであるが、最初にレーザビームがガラス基板10に照射されるエッジラインの一端 P_B の近くには、不規則な取り残し領域17が形成されてしまっていた。この取り残し領域17は、基板10に対するレーザビームの照射角度や照射条件をいろいろ変化させても、完全になくすことは困難であった。また、エッジライン近傍での温度

分布の対称性が悪いことに起因して、安定的な面取り加工面14の形成が難しく、マイクロクラック等の欠陥が発生していた。

このように、ガラス基板に溝加工を形成する場合や、面取り加工を行う場合に、これまで様々な課題があり、改良によってさらに適切な加工を行う方法が求められていた。

[0010] そこで、本発明は脆性材料基板の急加熱手段としてレーザ等を用いて基板表面に容易に直線状もしくは曲線状の連続あるいは非連続の溝を形成する方法を提供することを目的とする。

[0011] また、エッジライン面取り加工について述べれば、脆性材料基板の端面のエッジラインに沿って面取り加工を施す際に、取り残した領域が発生しない新たな面取り方法を提供することを目的とする。

また、面取り加工面にマイクロクラックが発生しにくい新たな面取り方法を提供することを目的とする。

[0012] さらに、本発明は新たな面取り方法を検討する過程で見出したマイクロクラックを発生することなく脆性材料基板表面にU字状溝を除去加工する方法を提供することを目的とする。

さらに、その溝加工を繰り返して材料表面を略平面状に除去加工する方法を提供することを目的とする。加えて、回転体の加工対象物を、回転体の回転軸を中心として回転させながら当該加工対象物の外周面の一部および全部を除去する除去加工方法を提供することを目的とする。

また、脆性材料基板のU字状溝加工方法を用いて加工対象物である平板に矩形又は曲線状の閉回路のU字状溝を形成した後、U字状溝に沿って材料を分離し、くり抜き加工するくり抜き加工方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0013] 本発明者等は、脆性材料基板の表面の一部を局部的加熱に相応しいレーザ等を用いて剥離可能な加熱条件で急加熱すれば表面が局部的に剥離されることを見出し、レーザによって脆性材料基板を局部的に急加熱し、この被照射部分を連続的又は非連続的、断続的に剥離する除去加工する方法を考案した。

すなわち、これまではレーザー照射等による除去加工では、アブレーション加工、亀裂を成長させて加工するレーザースクライブ加工法等が知られていたが、レーザー照射等により局所的に急加熱を行う場合に、加熱条件を選択することにより、アブレーション加工や亀裂を成長させるスクライブ加工ではなく、加熱部の熱膨張によって加熱部分の材料が剥離する現象を利用して加工できることを見出した。

発明の効果

[0014] レーザー照射等による剥離を利用すると、加工対象物とは非接触状態で剥離部分を除去加工する為、工具を用いた除去加工(研削、切削、研磨等)に比べ、工具の減耗がないだけでなく、加工速度が大幅に向上する。さらにレーザーアブレーション加工に比べ加工対象物を熔融、蒸散させることが非常に少ないので、加工エネルギーを節約でき、熔融した材料が加工対象物に再付着するという問題点も解消する。

[0015] (他の問題解決手段および効果)

また、面取り加工の際に取り残し領域やマイクロクラックの発生を抑えることができる面取り加工条件を検討した結果、基板のエッジラインに沿ってレーザー加熱を行って面取り加工をする場合、このエッジライン近傍での温度分布の対称性が悪いことが取り残しやマイクロクラックを発生しやすくしている一因であることがわかってきた。さらには、これまでは破断面エッジラインを除去加工する面取りすることにこだわって諸種の手段を組合せて対応してきたが、十分なものを得ることができなかった。すなわち、脆性材料基板を分断する以前に脆性材料基板の表面にU字状溝を形成し、その後このU字状溝を介して分断すれば結果的に面取り状態になっていることを見出した。より具体的には、脆性材料基板の表面を、剥離可能な加熱条件で、線状に逐次急加熱することにより、脆性材料基板の表面から断面形状がU字状に剥離する現象を見出したので、これを利用することにより、新たな面取り方法を考案するに至った。

[0016] この新たな面取り方法では、脆性材料基板を急加熱する手段としてレーザーを用いる場合、加工対象の基板材料、形成予定のU字状溝の溝幅、深さ及び溝面の形状に対応して、予め実験的に求めたレーザーパワー、レーザー照射面積、走査速度の組合せからなるU字状溝形成用のレーザー照射条件を設定し、このレーザー照射条件に基づいてレーザービームを走査する。

[0017] レーザを脆性材料基板の表面に照射すると照射された部分は、レーザービームを吸収して急激に加熱され、温度が上昇する。この時、照射部分と非照射部分の境界には大きな温度勾配が生じる。そして高温になった部分は熱膨張するが、非照射部分の材料は、塑性変形や弾性変形し難い脆性材料基板であるため、熱膨張量に追従して変形ができないので、照射部分(加熱部分)と非照射部分(非加熱部分)の境界付近では、大きなせん断応力が発生し、(レーザー走査方向には特に大きなせん断応力が発生する)そのせん断応力により加熱部分の材料は剥離し、材料から分離される。つまり、加熱部分の熱膨張量が非加熱部分の弾性変形、あるいは塑性変形できる許容量より大きくなると加熱部分の材料が剥離していると考えられる。この剥離現象を連続的に、あるいは間歇的に発生させて材料を除去加工する。

言い換えると、この加工方法では、温度勾配の大きな部分に発生した非常に大きなせん断力によって、潜在的な材料欠陥を起点として、レーザー照射部の前方及び側面から部分的に材料が間歇的(その結果剥離面に段差が生じる)に滑りが発生し、ついには脆性材料基板の一部が剥離し、U字状溝が形成されることが考えられる。

このとき、剥離する部分(廃材)は、脆性材料基板から除去されるので、脆性材料基板の軟化点以上に加熱しても良いし、一部蒸散しても構わない。より具体的には、剥離して除去される部分は、軟化点、又は、歪点以上の高温になっても構わないし、圧壊されてもよい。一方、使用する側のU字状溝の表面界面近傍では、温度勾配は大きいですが、温度自身は軟化点、歪点温度より非常に低い温度になるようにレーザーパワーを調整して加熱する必要がある。

なお、この時、滑り面に発生すると考えられるマイクロクラックの発生密度は、アブレーション等他の方法によって溝を形成する場合より小さくなると考えられるので、溝の底部から分断すると、材料強度の強い面取り加工が可能となる。

また、材料の剥離は、非常に大きな熱伝導率を有するシリコン単結晶等では温度勾配が小さくなり、剥離が発生し難くなるため、温度勾配が大きくなるように非加熱部分の冷却が必要となる。また、溝の形状をコントロールするためには、冷却能力(冷媒の種類や流速、流量等)を制御する必要がある。より具体的には冷却能力が大きくなると(冷却なし(空気の対流による冷却)で剥離が起きる材料(ガラス基板)の場合、水

等で冷却すると)、深さが同じになるレーザ加熱条件の場合には溝幅が狭くなり、面取り角度は大きくなる。したがって、冷却能力が小さくなると、面取り角度(曲率)は小さくなる。このような現象を利用して溝の形状を制御し、脆性材料基板の面取りに活用しようとするものである。

[0018] ここでいう「脆性材料基板」には、ガラス基板のほか、石英、単結晶シリコン、サファイア、半導体ウエハ、焼結セラミックス等の基板が含まれる。

また、「U字状溝」とは、文字どおりの「U字」の溝に限られるものではなく、広く変曲点のない滑らかな曲面からなる内壁面(谷面)が形成された溝が含まれる。すなわち、内壁面が円弧状、楕円状、放物線状等であってもよい。なお、「溝」であるためには、少なくとも「幅」、「深さ」及び底部が特定できることを必要とする。具体的には線状に走る1本のクラックは溝ではない。基板面に並行して走る2本のクラックにより溝の幅が特定でき、さらに基板内部で2本のクラックが繋がることにより、溝の深さが特定できることになる。また、U字状溝の平面的な形状としては、直線、曲線、円等の自由形状も含むものである。

また、急加熱手段としては、レーザだけではなく、ハロゲンヒータ、キセノンランプも含み、その他加工対象物を局部的に加熱できるものであれば、レーザ、キセノンランプ以外の手段を含むことはいうまでもない。

[0019] また、「予め求めたレーザパワー、レーザ照射面積、走査速度の組合せからなるU字状溝形成用のレーザ照射条件」とは、所望のU字状溝の溝幅、深さ及び底部を設定し、予め同一材料、同一形状の基板を用いて試行錯誤的にレーザ照射を行い、設定した溝幅、深さ及び底部のU字状溝が得られる条件を実験的に見出したレーザ照射条件をいう。

[0020] 本発明においては、予め実験的に求めたレーザパワー、レーザ照射面積、走査速度の組合せからなるU字状溝形成用のレーザ照射条件を設定する。このとき設定する照射条件は、少なくとも、U字状溝の界面部分(すなわち内壁面となる部分)が形成される領域にアブレーションが生じないような照射条件が選ばれるようにする(U字状溝の界面が形成される領域以外については、この界面部分に影響がない限りアブレーションされても構わない)。

そして、このレーザー照射条件の下でレーザーを走査することにより、界面部分で変化の大きな熱応力分布が形成され、この部分にU字状断面のクラックが発生するので、これを進展させる。その結果、U字状溝が形成される。このとき基板内に形成される温度分布は、半円状等のような対称性が良い結果、U字状溝面にマイクロクラック等の欠陥の少ない面が得られる。

[0021] とりわけ、加熱手段としてレーザーを用いれば、脆性材料基板に対し、予め求めたレーザーパワー、レーザー照射面積、走査速度の組合せからなるレーザー照射条件を設定することにより、アブレーションではなく、熱応力分布による材料の剥離によりU字状溝を形成することができ、しかも温度分布の対称性がよい条件下で溝を形成することができるので、加工面に発生するマイクロクラック等の欠陥の発生を抑えることができる。また、加工が開始される端面近傍に取り残し領域が発生することもない。

[0022] 上記発明において、加工対象の基板の材料、レーザー照射面積、走査速度に対応して、レーザーパワー条件を、次式(1)で制御するようにしてもよい。

$$P=K \cdot (S \times V) \quad \dots (1)$$

ここで、Pは照射するレーザーパワー(W)、Sはレーザー照射面積(mm²)、Vは走査速度(mm/sec)であり、Kは加工対象物ごとに設定される係数(W×sec/mm³)である。

これによれば、予め、基板の材質ごとに実験的に係数Kを求めておくわけだが、Kは材料の熱物性(熱伝導率、熱膨張率、強度等)、冷却及び余熱方法(冷媒の熱物性、流速、流量)に依存する係数である。そして、レーザー照射面積は形成しようとするU字状溝の溝幅に関係し、走査速度はU字状溝の深さに関係しているので、係数Kとともに、形成しようとするU字状溝の溝幅と深さとに応じて、レーザー照射面積Sと走査速度Vとを与えることにより、(1)式を用いて所望のU字状溝を形成するために必要なレーザーパワー(W)を設定することができる。

[0023] さらに、第一の発明であるU字状溝加工方法を利用した脆性材料基板の面取り方法の発明は、第一の発明を利用して基板表面に対しU字状溝を加工する工程と、形成されたU字状溝面の底部に分断予定ラインを設定するとともに、分断予定ラインの始端から終端に向けて従来のカッターホイールによるスクライブを行う工程又は、レ

ーザスクライブを行う工程とからなり、分断予定ラインに沿って形成されたクラックにより分断された端面と基板表面との間に形成されたU字状溝を構成する溝面の一部によって面取り加工面が形成されるようにしている。

[0024] これによれば、基板表面に対しU字状溝を加工する。そして、形成されたU字状溝内の底部に仮想の分断予定ラインを設定する。続いてこの分断予定ラインに沿って従来のレーザスクライブ等を行う。分断された端面と基板表面との間に形成されたU字状溝を構成する溝面の一部によって面取り加工面が形成される。

[0025] さらに、脆性材料基板の面取り方法の他の発明は、第一の発明を利用して基板の表面と裏側との両側に対し、互いにU字状溝が基板を挟んで対向するように加工する工程と、形成されたいずれか片側のU字状溝内の底部に分断予定ラインを設定するとともに、この分断予定ラインに沿って従来のレーザスクライブを行う。分断された端面と基板表面、前記端面と基板裏面との間に形成されたU字状溝を構成する溝面の一部によって両側面に面取り加工面が形成されるようにしている。

[0026] これによれば、基板の表面、裏面に対し、U字状溝を互いにU字状溝が基板を挟んで対向するように加工する。そして、いずれか片側のU字状溝の底部に分断予定ラインを設定するとともに、この分断予定ラインに沿って従来のレーザスクライブを行う。分断された端面と基板表面との間、および、分断された端面と基板裏面との間にそれぞれ形成されたU字状溝を構成する溝面の一部によって基板上下面に面取り加工面が形成される。

[0027] 上記脆性材料基板の面取り方法の発明において、スクライブ工程によって分断されないときに分断予定ラインに沿ってブレイクする工程をさらに備えていてもよい。

ここでブレイクする方法については特に限定されないが、例えば、ブレイクバーを分断予定ラインに沿って当接し、ブレイクバーを押圧することにより基板を撓ませるようにして分断することができる。

[0028] さらに、脆性材料基板の面取り方法の他の発明は、脆性材料基板の基板表面に分断予定ラインを設定し、前記基板の軟化点より低い温度で加熱されるように、レーザビームを分断予定ラインの始端から終端に沿って走査しながら照射し、次いで冷却することにより、分断予定ラインの始端から終端に沿って裏面に達しないクラックを形

成する工程と、第一の発明を利用した脆性材料基板のU字状溝加工方法を用いて、前記分断予定ラインに沿って前記クラックが進展した深さよりも浅いU字状溝を加工する工程と、分断予定ラインに沿ってブレイクするブレイク工程とからなり、分断された端面と基板表面との間に形成されたU字状溝を構成する溝面の一部によって面取り加工面が形成されるようにしてもよい。

- [0029] 本発明においては、まず分断予定ラインの始端から終端に沿ってクラックを形成する。この時、クラックの深さは、クラック先端が裏面に達しないようにしておく。そして、第一の発明を利用してクラックが形成された分断予定ラインが溝内にくるようにU字状溝を形成する。このときU字状溝の深さよりクラック先端の方が深くなるようにする。続いてクラック先端が走る分断予定ラインに沿ってブレイクする。これにより、分断された端面と基板表面との間に形成されたU字状溝を構成する溝面の一部によって面取り加工面が形成される。

図面の簡単な説明

- [0030] [図1]ガラス基板にU字状溝の加工するときのレーザー、加工材料、レーザーパワー分布形成装置の構成、配置を示す図。
- [図2]レーザーのエネルギー分布と形成される溝形状の関係を示す模式図。
- [図3]レーザーパワー密度と走査速度との関係で、選択可能なレーザーパワーの領域を示す概念図。
- [図4]レーザーを照射したときのガラス基板の状態を示す断面図。
- [図5a]U字状溝の平面図。
- [図5b]溝縁の拡大図。
- [図5c]溝縁の拡大図。
- [図5d]U字状溝の底部の拡大図。
- [図5e]剥離したガラスの外観図。
- [図5f]剥離したガラスの自由状態を示す外観図。
- [図5g]剥離したガラスの拡大断面図。
- [図5h]剥離したガラスの表面図。
- [図5i]剥離したガラスの裏面図。

[図6]面取り加工の工程の一実施例を示す図。

[図7]面取り加工の工程の他の一実施例を示す図。

[図8]面取り加工の工程の別の他の一実施例を示す図。

[図9]面取り加工の工程の更なる別の他の一実施例を示す図。

[図10]溝加工の他の応用例を示す図。

[図11]溝加工の他の応用例を示す図。

[図12]溝加工の他の応用例を示す図。

[図13]溝加工の他の応用例を示す図。

[図14]溝加工の他の応用例を示す図。

[図15]レーザスクライブにより面取り加工を行う際のレーザ照射状態を示す図。

[図16]ガラス基板にレーザスクライブにより面取り加工を行う際のCO₂レーザを示す図。

[図17]ガラス基板にレーザスクライブ法による面取り加工を行う状態を示す図。

符号の説明

- [0031] 1: レーザ発振器
2: ステージ
3: 光学系
10: ガラス基板(加工材料)
11: 基板表面
12(12a~12d), 22, 32: 溝
13, 23, 33: 初期亀裂
14, 24, 34: スクライブライン
17: 分断面
18, 28, 38: 面取り加工面

発明を実施するための最良の形態

- [0032] 以下、本発明の実施形態について図面を用いて説明する。以下の実施形態ではガラス基板の加工について説明するが、その他の脆性材料基板についても同様である。

[0033] (U字状溝加工)

まず、ガラス基板にU字状溝を加工する方法について説明する。図1はガラス基板にU字状溝を加工するときのレーザ、加工材料、レーザパワー分布形成装置の構成状態を示す図である。ガラス基板10の基板表面11に対向するようにレーザ光源1が配置される。ガラス基板10を載置するステージ2は、レーザ光源1に対し相対的に移動できるようにしてあり、このステージ2の移動速度により、レーザビームの走査速度が制御されるようにしてある。また、レーザ光源1と基板10との間には、レーザビームのエネルギー分布や照射面積を調整するための光学系3が配置される。具体的には、異なる形状の複数のレンズ群を交換可能に取り付けてあり、レンズの交換やレーザビームの光路上でのレンズの位置(高さ)調整により、焦点位置やビーム形状を変化させてエネルギー分布を変えるとともに、照射面積を調整するようにしている。

なお、エネルギー分布と照射面積との調整手段はこれ以外でもよい。例えば、ポリゴンミラーを用いてレーザビームを照射領域内で繰り返し走査するようにし、このときの走査条件(走査速度、走査幅)を調整することにより、エネルギー分布および照射面積を制御するようにしてもよい。

[0034] 光学系3の調整によりエネルギー分布を変更することにより、形成しようとするU字状溝の断面形状を調整することができる。図2はレーザビームのエネルギー分布と形成される溝形状の関係を示す模式図である。図2(a)に示すように方形に近い溝12aを形成したいときは、エネルギー密度の断面形状が均一なビームに近づける。また、図2(b)に示すように半円に近い溝を形成したいときは、両端よりも中央部のエネルギー密度が大きい断面形状のビーム形状に近づける。また、図2(c)に示すように溝の両端部が中央部よりやや深い場合には、レーザビームのエネルギー密度はその両端部が中央部より大きく、さらに、図2(d)に示すようにガラス基板表面との溝の傾斜とがなす角度 θ を小さくするためには、そのエネルギー分布を中央部が大きく、その両端部を小さくすればよく、場合によっては余熱であっても構わない。このように所望の溝形状に応じて、エネルギー分布の断面形状を調整すればよい。

[0035] レーザパワーについては、走査速度との関係で適切なレーザパワーを設定する。図3は、レーザパワー密度(単位面積あたりのレーザ出力(W/mm^2))と、走査速度(

mm/sec)との関係で、選択可能なレーザーパワーの領域を示す概念図である。レーザーパワー密度が大きすぎると広い範囲でアブレーション現象が生じてしまう。一方、レーザーパワー密度が小さすぎると基板を十分に加熱できず、熱応力による表面剥離をすることができない。また、走査速度が速くなると加熱熱量が小さくなり、走査速度が遅いと加熱熱量は大きくなるが、加熱部と非加熱部の温度勾配が小さくなり、表面剥離が発生しなくなる。

[0036] 図4はレーザーを照射したときのガラス基板の状態を示す模式的な断面図である。本発明のU字状溝加工方法によれば、レーザーの照射幅よりもU字状溝の溝幅Mは大きくなる。すなわち、レーザーが照射され直接加熱される領域hと、直接加熱される領域からの熱伝導によって加熱され熱応力により剥離現象が起こり、U字状の溝が形成される領域Kとが離隔しており、直接加熱領域hに照射されるレーザーパワーが強くとアブレーションが発生したり、溶融したりあるいはマイクロクラックが発生したりしても、剥離が成長してU字状溝が形成される領域Kの外界面にはその影響が小さくなるように加工する。なお、jは剥離面である。

[0037] 図5(図5a～図5i)は一例として、CO₂レーザー出力:230W、走査速度:430mm/sec、楕円ビーム形状:16.0mm×2.0mm、加工対象:0.7mm、材質:ソーダガラスの条件でU字状溝を形成した場合の写真である。図5aは、加工対象を上面から撮影した所謂平面図に相当するものであり、図中(5a-1)は、基板表面と溝との境界線であり、実物は幅のない直線が形成されているが、撮影機器の関係で一定の幅があるように撮影されている。(5a-2)は溝面で滑り面が形成されている。(5a-3)は溝の底部である。図5bは、溝縁の拡大写真であり、当該溝縁には亀裂は発生していない。図5cは、同じく溝縁の拡大写真であるが、図5bの場合と違って加工条件が適合せず、溝縁に細かい亀裂が発生しているのがうかがえる。図5dはU字状溝の底部の拡大写真であり、加工条件が適合せず底部に複雑に熱応力が作用して、亀裂がアランダムに発生している。図5eはガラス基板の表面から剥離したガラス(廃材)の外観写真であり、レーザーの照射条件を適切に選ぶことによって、写真にあるように一本の連続した螺旋状のガラス(廃材)を剥離することができる。図5fは剥離したガラス(廃材)の自由状態を示す外観写真である。図5gは剥離したガラス(廃材)の拡大し

た断面写真である。図5hは剥離したガラス(廃材)の表面の写真であり、その裏面には、U字状溝の表面(裏面)と同様な形状が形成されている(凹凸は逆である)。図5iは剥離したガラス(廃材)の裏面の写真である。

なお、ビームの形状は楕円である必要はない。

[0038] なお、レーザパワー P (W)と、レーザ照射面積(S)と、走査速度(V)とを変化させて、単位面積あたり、単位時間あたりの適切なレーザパワーを表す係数 K を実験的に算出しておくことにより、(1)式から所望の照射面積と走査速度で加熱する場合のレーザパワーを設定し、U字状溝加工を再現して加工することができる。

$$P=K \cdot (S \times V) \quad \dots (1)$$

ここで、 P は照射するレーザパワー(W)、 S はレーザ照射面積(mm^2)、 V は走査速度(mm/sec)であり、 K は加工対象物ごとに設定される係数($W \times \text{sec}/\text{mm}^3$)である。

[0039] (面取り加工)

次に、ガラス基板の面取り加工について説明する。図6は、面取り工程の一実施例を示す図である。本実施例では基板の片面に面取りを行う。

ガラス基板10の基板表面11に対し、上述したU字状溝加工方法を用いてU字状溝12を形成する(図6(a))。すなわち、予め求めたレーザ照射条件下でレーザビームBを走査させることにより、U字状溝12を形成する。

[0040] 続いて、U字状溝12の内側に仮想の分断予定ラインを設定し(例えば、U字状溝12の中心線の位置)、設定した分断予定ラインがU字状溝12の一端と交差する位置に、初期亀裂(切り欠き)13を形成する(図6(b))。初期亀裂(切り欠き)13は、カッターホイールの圧接により形成してもよいし、レーザ照射により形成してもよい。なお、初期亀裂(切り欠き)13を必ずしも設ける必要はない。

[0041] 続いて、初期亀裂(切り欠き)13を起点にして、カッターホイール又はレーザでスクライブ加工し、分断予定ラインに沿ってスクライブライン14を形成する(図6(c))。

レーザスクライブはビームスポット15の形状を楕円状や長円状に調整したスクライブ用のレーザビームCを分断予定ラインに沿って走査するとともに、その直後を、冷媒Dが噴射される冷却スポット16を走査するようにする。これによりクラックが発生・進

展し、スクライブライン14が形成される。

[0042] スクライブライン14が深く形成され、裏面21に達したときは、そのまま分断されるが、スクライブライン14が浅く、形成されたときは、図示しないブレイクバーを裏面21側からスクライブライン14の裏側に沿うように当接し、スクライブライン14に沿って基板10を撓ませることによりブレイクする。

その結果、U字状溝12を半分に割ることにより、形成された面取り加工面18が分断面17と基板表面11との間に形成されることになる。

なお、基板が薄い場合等で、U字状溝だけでスクライブラインを形成しなくとも分断できる場合は、スクライブを省略してもよい。

[0043] 図7は、面取り加工の他の一実施例を示す図である。前の実施例では片側に面取り加工を行ったが、本実施例では表裏両面に面取り加工を行う。

ガラス基板10の基板表面11に対し、上述したU字状溝加工方法によりU字状溝12を形成する(図7(a))。すなわち、予め求めたレーザ照射条件下で、レーザビームBを走査させることにより、U字状溝12を形成する。

[0044] 続いて、基盤10を反転し、裏面21に対しU字状溝22を形成する(図7(b))。すなわち、U字状溝12の裏側の位置に上述したU字状溝加工方法によりU字状溝22を形成する。これにより、基板10の中央部分を挟んで両側から対向するようにU字状溝12, 22が形成される。

[0045] 続いて、U字状溝22の内側に仮想の分断予定ラインを設定し、(例えば、U字状溝22の中心線の位置)、設定した分断予定ラインがU字状溝22の一端と交差する位置に初期亀裂(切り欠き)23を形成する(図7(c))。なお、U字状溝22側ではなく、U字状溝12側に初期亀裂(切り欠き)を設けるようにしてもよい。

[0046] 続いて、初期亀裂(切り欠き)23を起点にして、レーザスクライブ加工により分断予定ラインに沿ってスクライブライン24を形成する(図7(d))。すなわち、ビームスポット15の形状を楕円状や長円状に調整したスクライブ用のレーザビームCを分断予定ラインに沿って走査するとともに、その直後を冷媒Dが噴射される冷却スポット16を走査するようにする。これによりクラックが発生・進展し、スクライブライン24が形成される。

。

[0047] スクライブライン24が深く形成され、裏面に達したときはそのまま分断されるスクライブライン24が浅く、形成されたときは、図示しないブレイクバーをスクライブライン14に沿うように表面11側のU字状溝12内で当接し、スクライブライン24に沿って基板10を撓ませることによりブレイクする(図7(e))。

その結果、U字状溝12を半分に割ることにより形成された面取り加工面18が、分断面17と基板表面11との間に形成されることになる。また、U字状溝22を半分に割ることにより形成された面取り加工面28が、分断面17と基板裏面21との間に形成されることになる。

このときも、基板が薄い場合等でU字状溝だけでスクライブラインを形成せずに分断できる場合は、スクライブを省略してもよい。

[0048] 図8は、面取り加工のさらに別実施例を示す図である。これまで説明した2つの実施例では、先にU字状溝を形成してからレーザスクライブ加工を行ったが、本実施例では先にレーザスクライブ加工又は、刃先スクライブを行ってからU字状溝を形成する。

[0049] ガラス基板10の基板表面11に対し、仮想の分断予定ラインPを設定し、設定した分断予定ラインPが基板の一端と交差する位置に、初期亀裂(切り欠き)33を形成する(図8(a))。

[0050] 続いて、初期亀裂(切り欠き)33を起点にして、レーザスクライブ加工により分断予定ラインPに沿ってスクライブライン34を形成する(図8(b))。すなわち、ビームスポット15の形状を楕円状や長円状に調整したスクライブ用のレーザビームCを、分断予定ラインに沿って走査するとともに、その直後を冷媒Dが噴射される冷却スポット16を走査するようにする。これによりクラックが発生・進展し、スクライブライン34が形成される。

[0051] 続いて、上述したU字状溝加工方法を用いてU字状溝32を形成する(図8(c))。すなわち、予め求めたレーザ照射条件下でレーザビームBを走査させることにより、U字状溝32を形成する。

このとき、スクライブライン34の先端が基板10に残るようにU字状溝32の深さを調整する。

[0052] 続いて、図示しないブレイクバーを裏面21側からスクライブライン34の裏側に沿うよ

うに当接し、スクライブライン34に沿って基板10を撓ませることによりブレイクする(図8(d))。

その結果、U字状溝32を半分に割ることにより形成された面取り加工面38が、分断面17と基板表面11との間に形成されることになる。

[0053] 図9は、面取り加工のさらに別実施例を示す図である。まずガラス基板10の基板表面に2本の仮想の分断予定ラインPを設定し、設定した分断予定ラインPに沿ってレーザースクライブする(図9(a))。そうすると、図9(b), (c)のような形状を有するU字状溝が形成される。すなわち、U字状溝の上部に直線部分(P_1)を有し、かつ、溝幅が略平行なU字状溝が形成されることに特徴がある。なお、面取り工程は上述の工法と同じなので、説明は省略する。

[0054] このように本発明によれば、対称性が良い状態で形成したU字状溝には、マイクロクラックが発生しないので、このU字状溝を用いて面取り加工面を形成するようにしたので、安定した面取り加工面を形成することができ、しかも取り残した領域が発生することもない。

[0055] 以上、ガラス基板についての面取り加工について説明したが、他の脆性材料基板についても、それぞれの基板材料に応じて、適切なレーザー照射条件を実験的に選択することにより、U字状溝を加工することができる。そして、U字状溝を利用して面取り加工面を形成することにより、安定した面取り加工面を得ることができる。

[0056] 次にU字状溝を形成するにあたって開発した溝掘り工法の他の応用例について説明する。

まず、精密機械の加工テーブルには線膨張率が小さいことが注目され、脆性材料基板が用いられている。図10(a)は加工テーブルを構成する下型41に非連続的に油溜め42を形成したものであり、上型41と下型43を重ね合わせたものが図10(b)であり、模式的な断面を表したものである。

[0057] 同じく、精密機械に用いられる加工テーブルに関するものであるが、上型51及び下型52の表面に連続したU字状の溝53(54)を形成し(図11(a))、上型51と下型52を重ね合わせて一つの加工テーブルが構成される。すると、加工テーブルに冷却通路55が形成される(図11(b))。さらに磁気ディスクもしくは光ディスクを製造する際に

、この溝掘り工法を採用して材料平板61に、溝62, 63(64, 65)を形成した後、くり抜き加工を施すと簡単に製造することができる(図12(a), (b))。

また、加工対象物である平板基板に対し、直線的な溝加工を少しずつ横に移動しながら並列に繰り返すことにより、材料表面を略平面状に除去加工することもできる。例えば、所定の厚みを有する平板状の脆性材料から少なくとも一部を切り出して、ある形状を有する部品71を製造する際にもこの溝掘り工法を採用すると、所望の部品を簡単に製造することができる(図13(a), (b))。

また、円柱、球体、回転楕円体、円錐体等の回転体の加工対象物81を、回転軸(例えば円柱軸)を中心として回転させて、外周面(側面又は端面)の所謂除去加工する際にもこの溝掘り工法を採用すれば所望の回転体形状82を得ることができる(図14(a), (b))。

産業上の利用可能性

[0058] 本発明は、基板および円筒状の脆性材料の溝加工に利用されるものである。

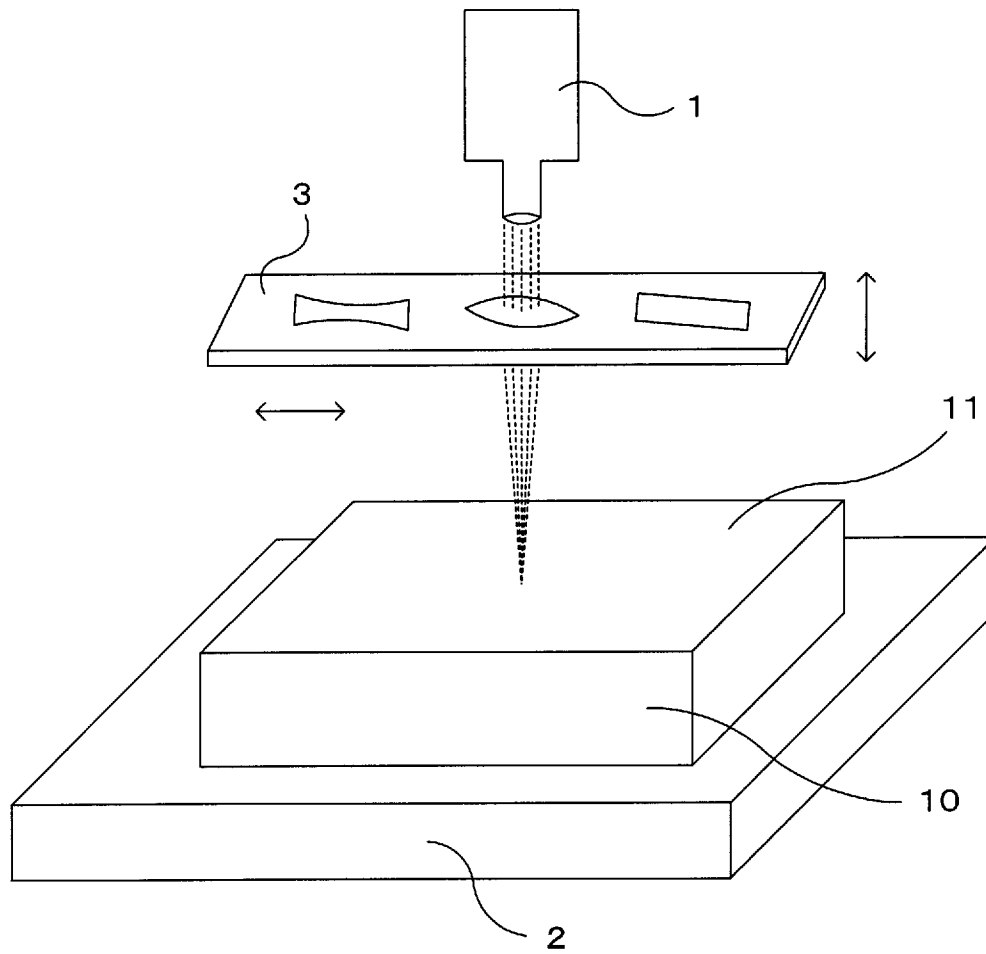
請求の範囲

- [1] 脆性材料基板の表面の一部を剥離可能な加熱条件で急加熱することにより、前記基板の一部を表面から剥離させ、U字状溝を形成することを特徴とする脆性材料基板のU字状溝加工方法。
- [2] 急加熱手段がレーザーであり、脆性材料基板の表面にレーザービームを走査することによりU字状溝を加工するU字状溝加工方法であつて、加工対象の基板材料、形成予定のU字状溝の溝幅、深さ及び溝面の形状に対応して、予め求めたレーザーパワー、レーザー照射面積、走査速度の組合せからなるU字状溝形成用のレーザー照射条件を設定し、前記レーザー照射条件に基づいてレーザービームを走査して、加熱部分の熱膨張により、非加熱部分との境界近傍から加熱部分の材料を基板材料から剥離させ、U字状溝の界面を有する溝を除去加工することを特徴とする請求項1の脆性材料基板のU字状溝加工方法。
- [3] 加工対象の基板の材料、レーザー照射面積、走査速度に対応して、レーザーパワー条件を、次式(1)で設定する請求項2に記載のU字状溝加工方法。
- $$P=K \cdot (S \times V) \cdots (1)$$
- ここで、Pは照射するレーザーパワー(W)、Sはレーザー照射面積(mm²)、Vは走査速度(mm/sec)であり、Kは加工対象物ごとに設定される係数(W×sec/mm³)である。
- [4] 請求項1もしくは請求項2もしくは請求項3のいずれかに記載の脆性材料基板のU字状溝加工方法を用いて、加工対象物の平面からU字状溝を加工し、又は、加工対象物の平面からU字状溝を並列に繰り返して加工する除去加工方法。
- [5] 請求項1もしくは請求項2もしくは請求項3のいずれかに記載の脆性材料基板のU字状溝加工方法を用いて、加工対象物を、回転軸を中心として回転させながら当該加工対象物の外周面の少なくとも一部を除去する除去加工方法。
- [6] 請求項1もしくは請求項2もしくは請求項3のいずれかに記載の脆性材料基板のU字状溝加工方法を用いて加工対象物である平板に矩形又は曲線状の閉回路のU字状溝を形成した後、U字状溝に沿って材料を分離し、材料をくり抜き加工するくり抜き加工方法。

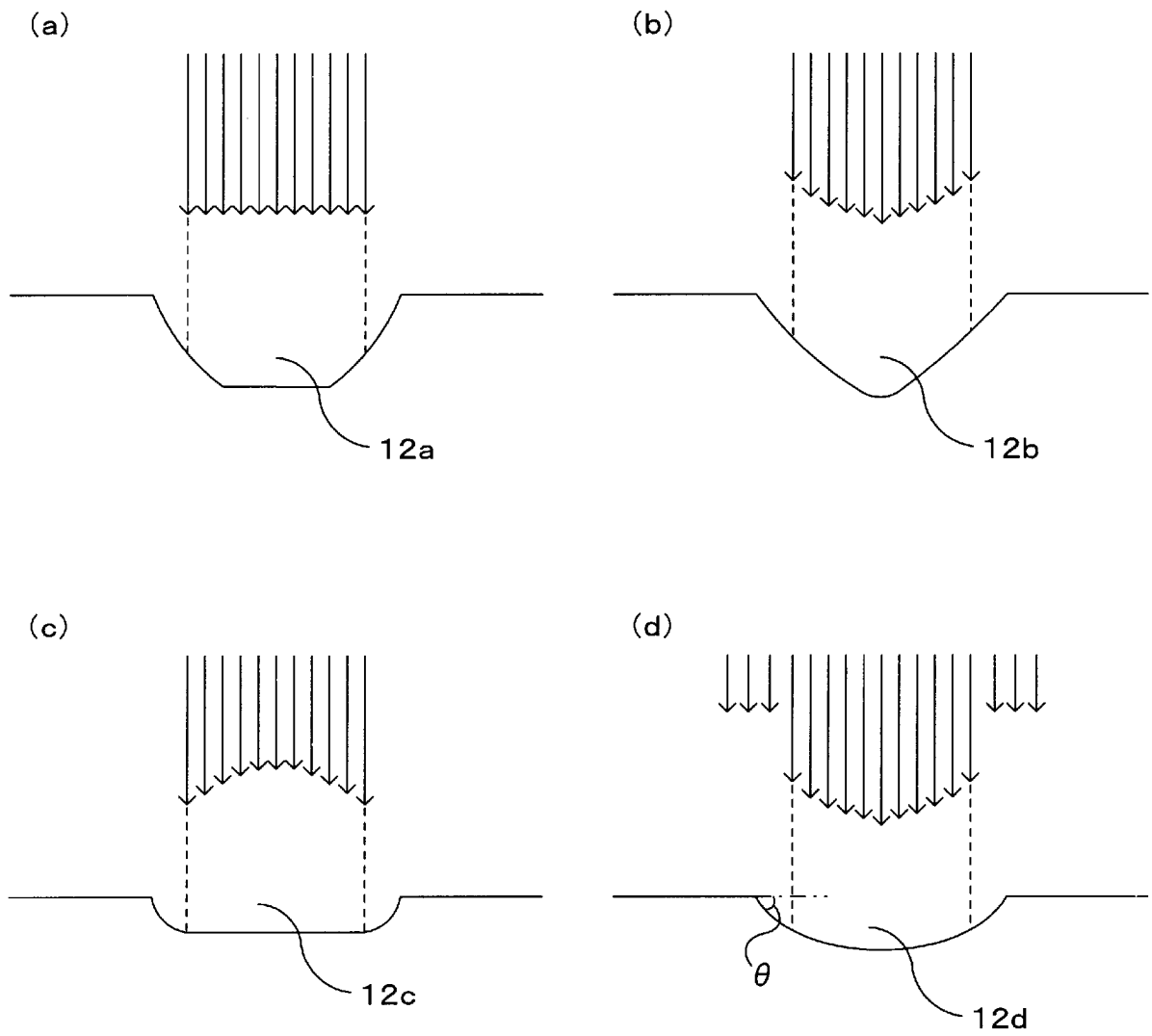
- [7] 請求項1もしくは請求項2もしくは請求項3のいずれかに記載の脆性材料基板のU字状溝加工方法を用いて基板表面にU字状溝を加工する工程と、形成された前記U字状溝の底部に設定した分断予定ラインの始端から終端に向けて、レーザ亀裂成長スクライブする方法、又は、カッターホイールを用いてスクライブする方法、あるいは、スクライブを省略して溝からブレイクする方法により、前記分断予定ラインから分断された端面と基板表面との間に形成されたU字状溝の一部によって構成される溝面からなる面取り加工面が形成されることを特徴とする脆性材料基板の面取り加工方法。
- [8] 請求項1もしくは請求項2もしくは請求項3のいずれかに記載の脆性材料基板のU字状溝加工方法を用いて基板の表裏両面に互いにU字状溝が前記基板を挟んで対向するように加工する工程と、形成されたいずれか一方のU字状溝の底部に設定した分断予定ラインの始端から終端に向けて、レーザスクライブする方法、又は、カッターホイールを用いてスクライブする方法、又は、U字状溝の底からブレイクする方法により、前記分断予定ラインから分断された端面と、前記端面と基板表面との間に形成されたU字状溝の一部によって構成される溝面からなる面取り加工面が形成されることを特徴とする脆性材料基板の面取り方法。
- [9] 脆性材料基板の基板表面の分断予定ラインに沿ってスクライブする工程と、請求項1もしくは請求項2もしくは請求項3のいずれかに記載の脆性材料基板のU字状溝加工方法を用いて、前記割断予定ラインに沿って前記スクライブ工程によって形成されたクラックの深さよりも浅いU字状溝を加工する工程と、分断予定ラインに沿ってブレイクする工程とからなり、分断された端面と基板表面との間に形成されたU字状溝の一部によって構成される溝面からなる面取り加工面が形成されることを特徴とする脆性材料基板の面取り方法。
- [10] 脆性材料基板の基板表面に略平行な分断予定ラインを挟んで2本のスクライブ加工を施し、次いで、前記分断予定ライン間に請求項1もしくは請求項2もしくは請求項3のいずれかに記載の脆性材料基板のU字状溝加工方法を用いて、基板表面にU字状溝を形成する方法。
- [11] U字状溝の平面形状が連続的もしくは非連続的な直線状又は自由形状であること

を特徴とする請求項1～請求項10のいずれかに記載のU字状溝加工方法。

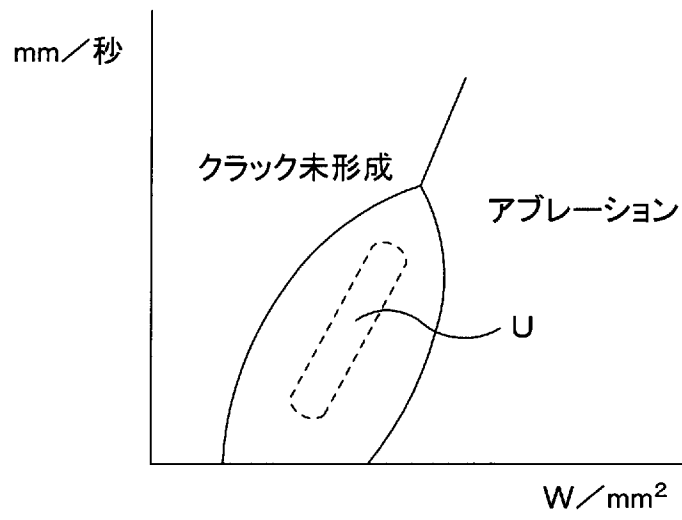
[図1]



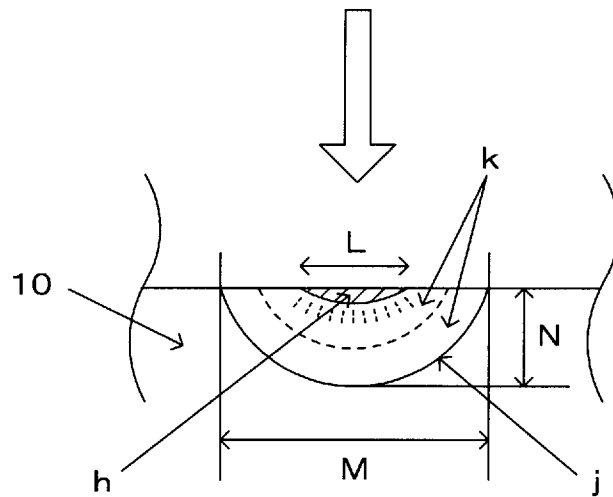
[図2]



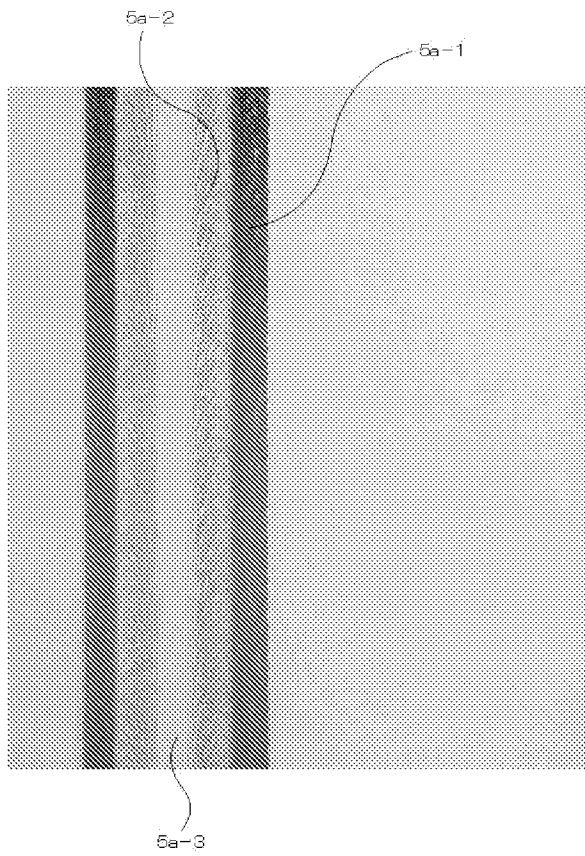
[図3]



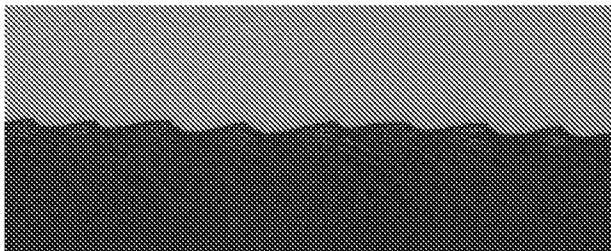
[図4]



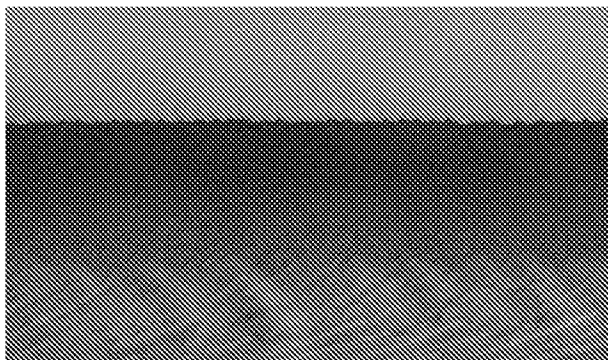
[図]5a]



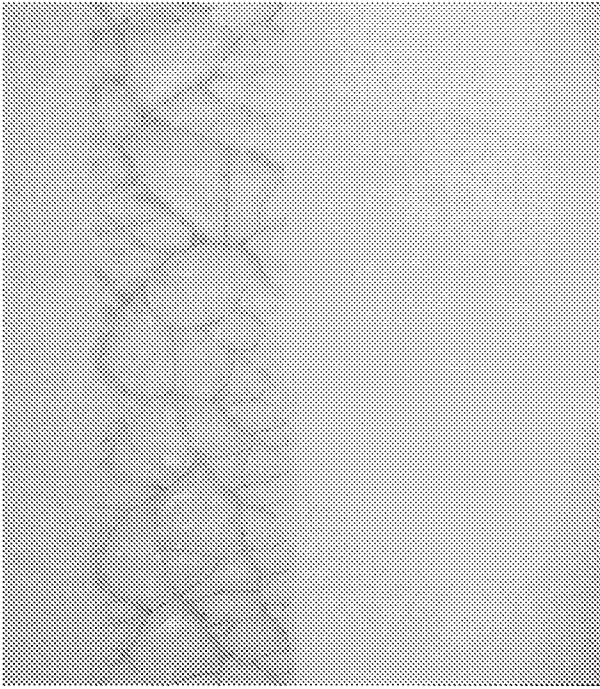
[図]5b]



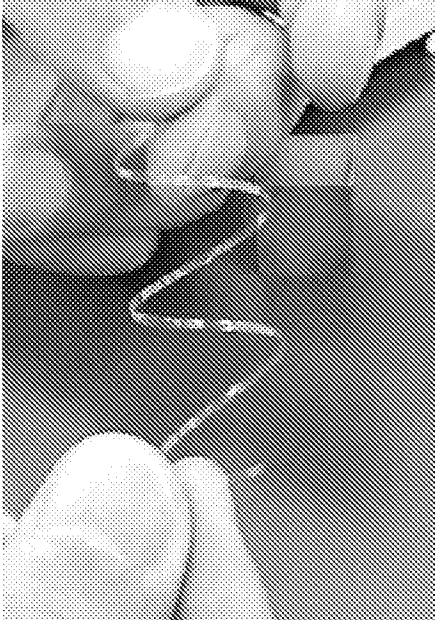
[図]5c]



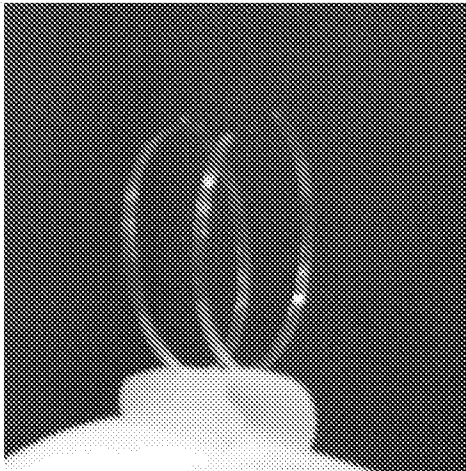
[図5d]



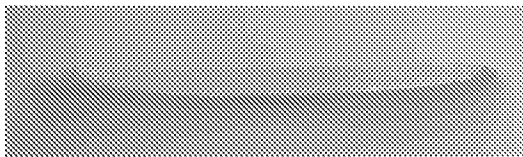
[図5e]



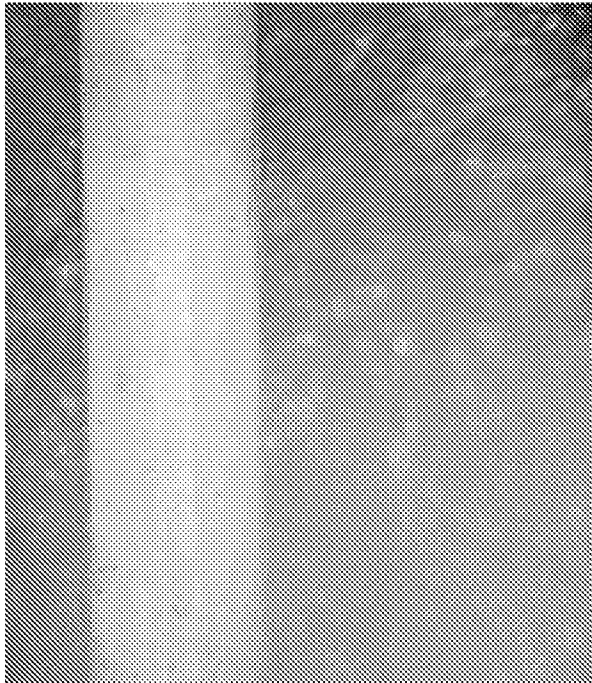
[図5f]



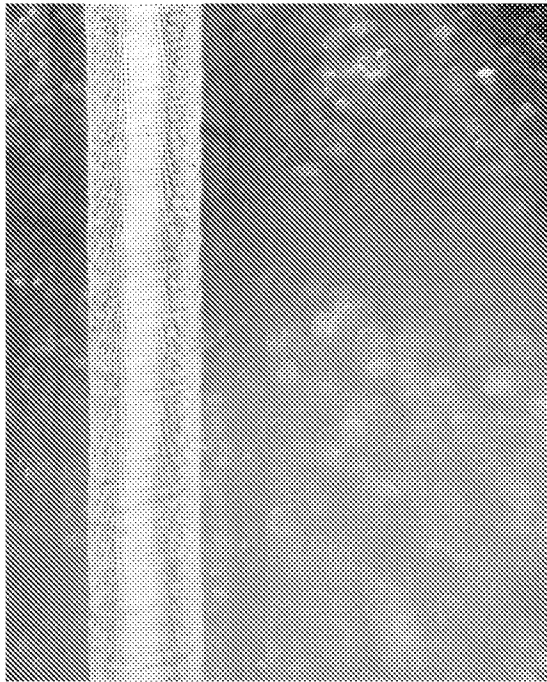
[図5g]



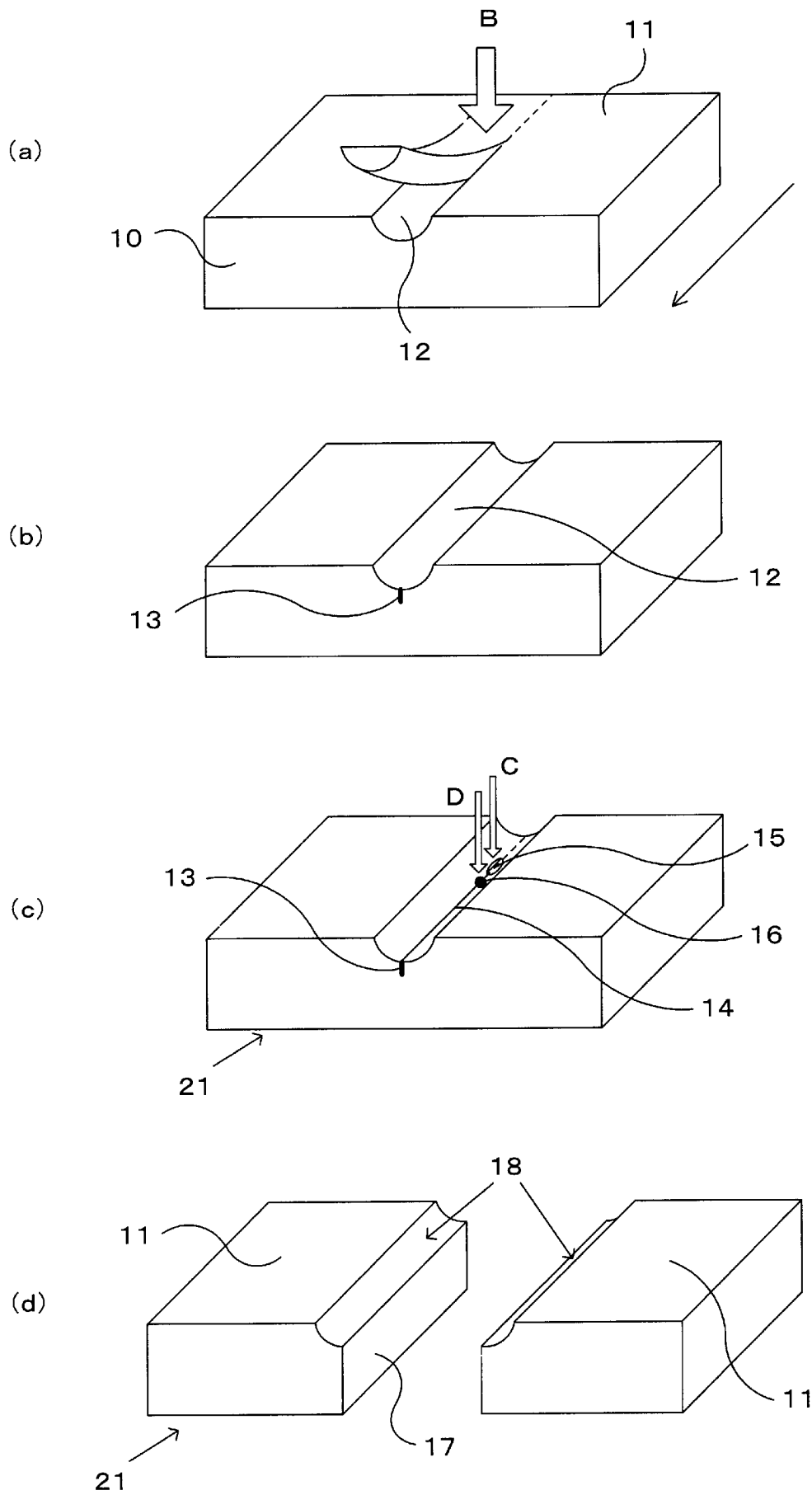
[図5h]



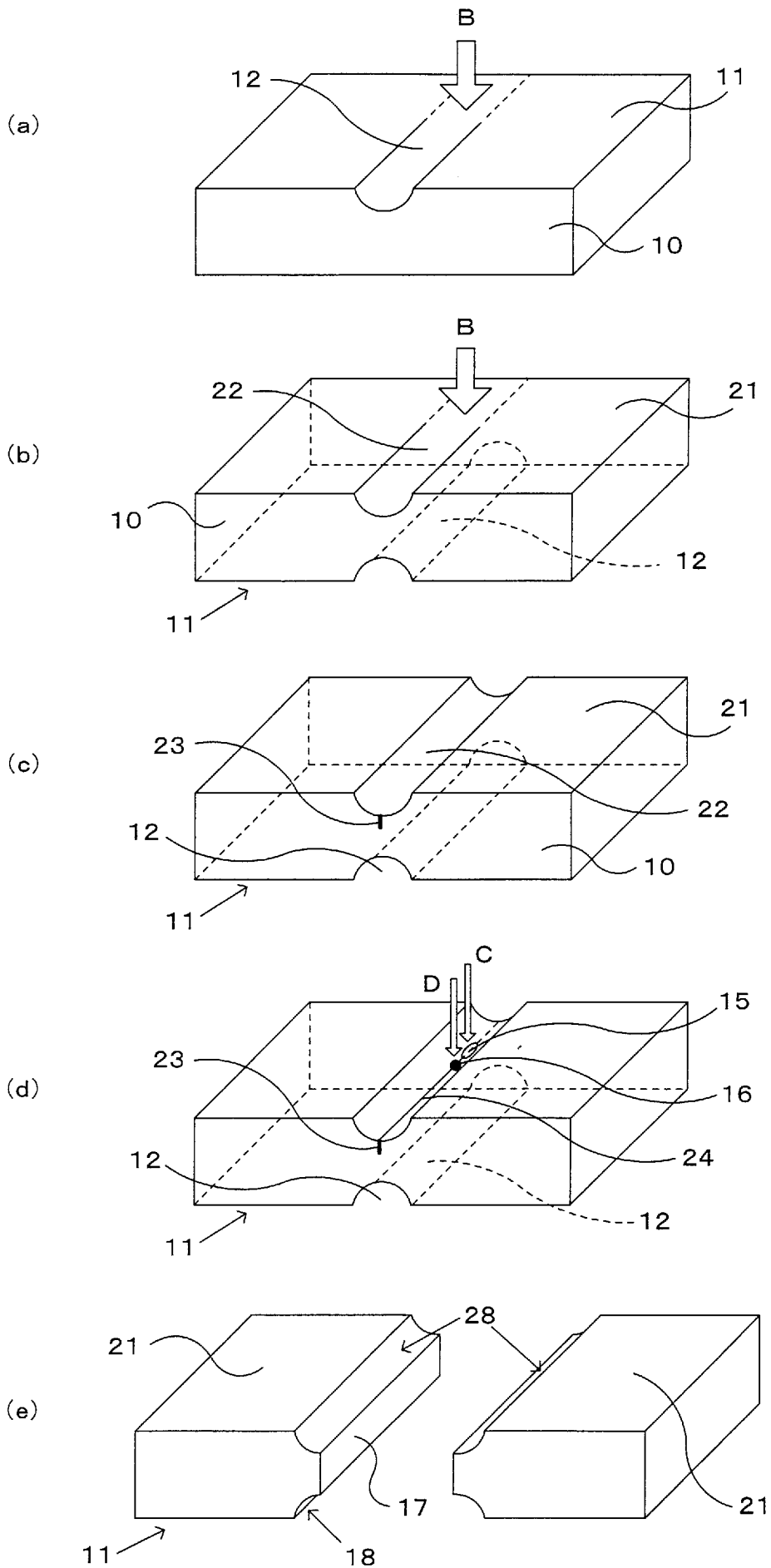
[図5]



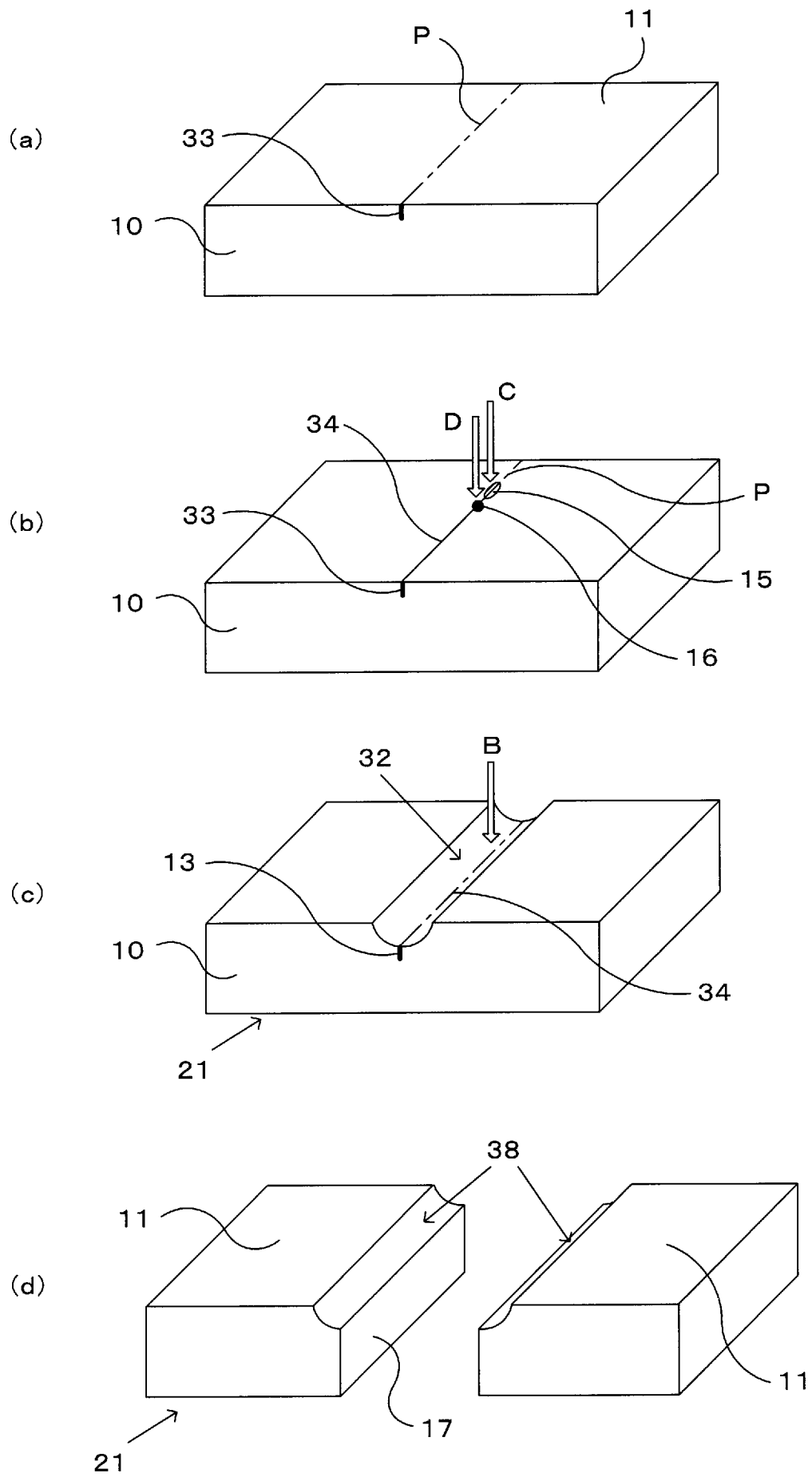
[図6]



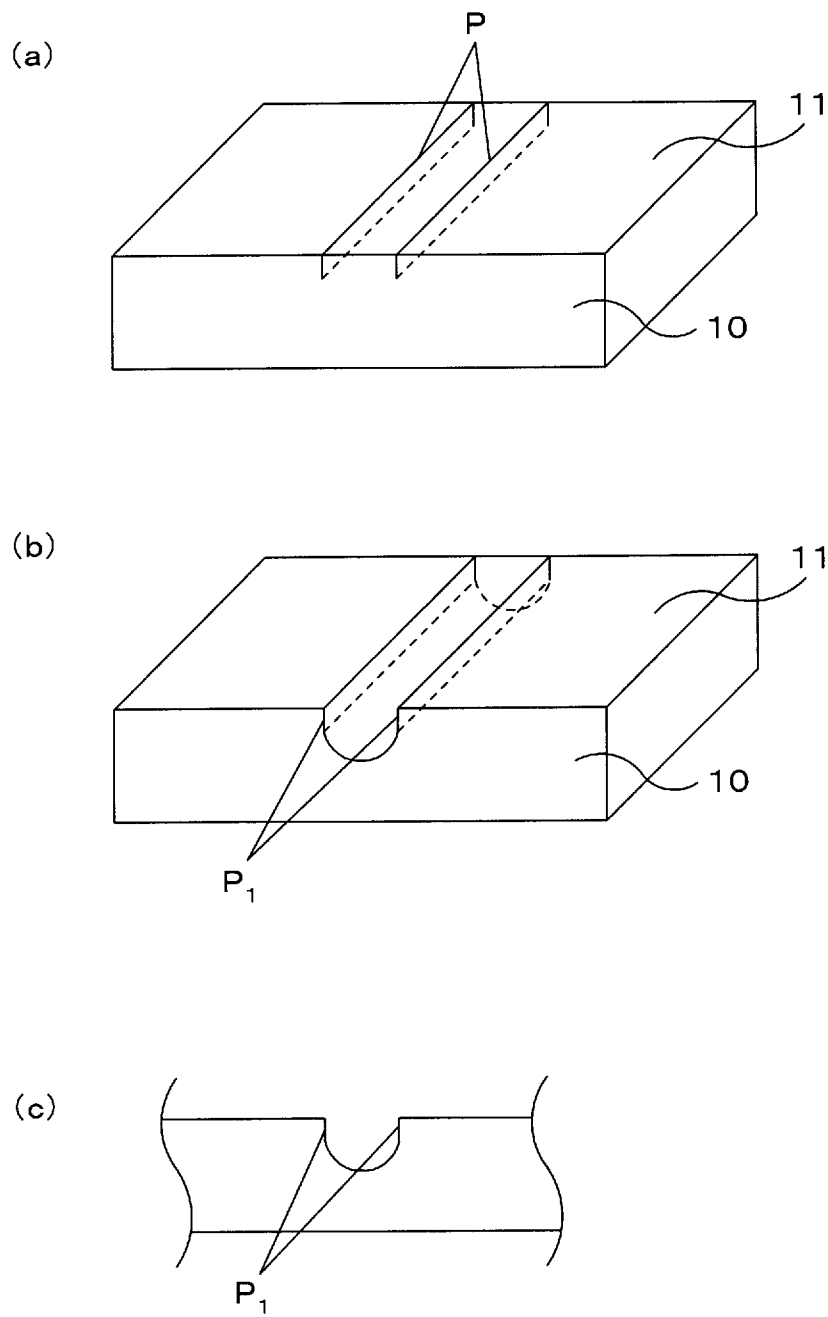
[図7]



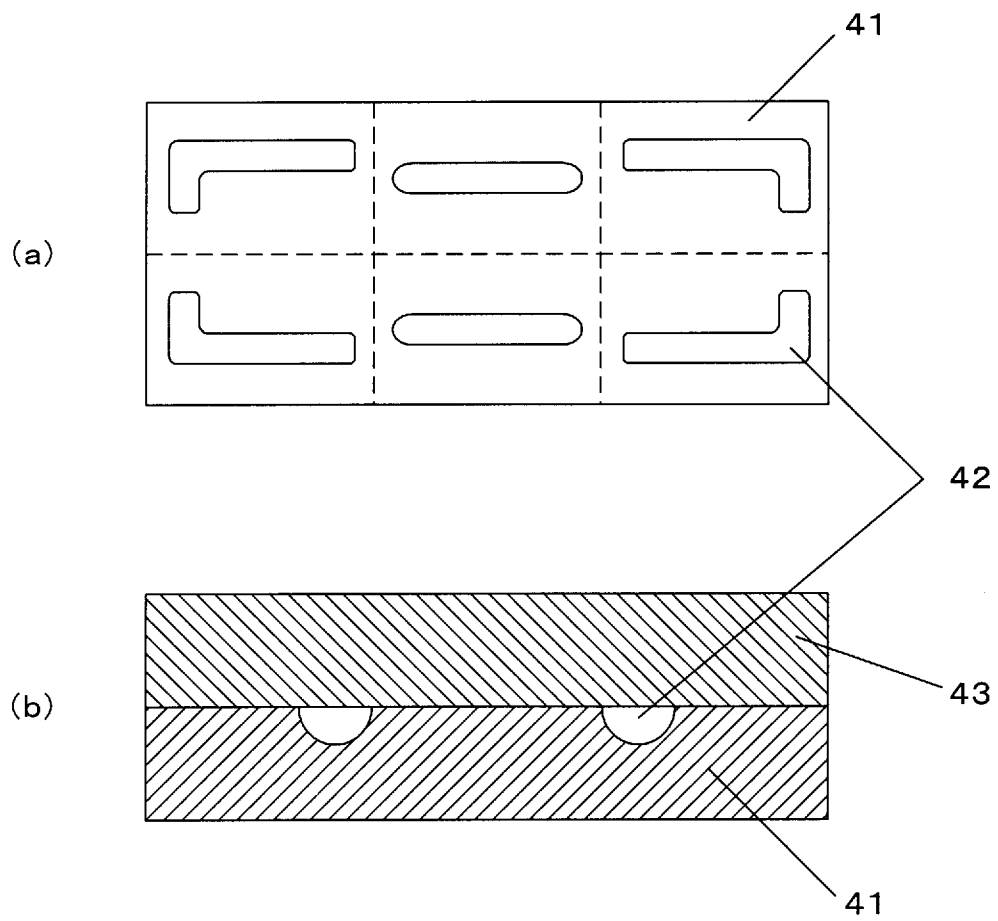
[図8]



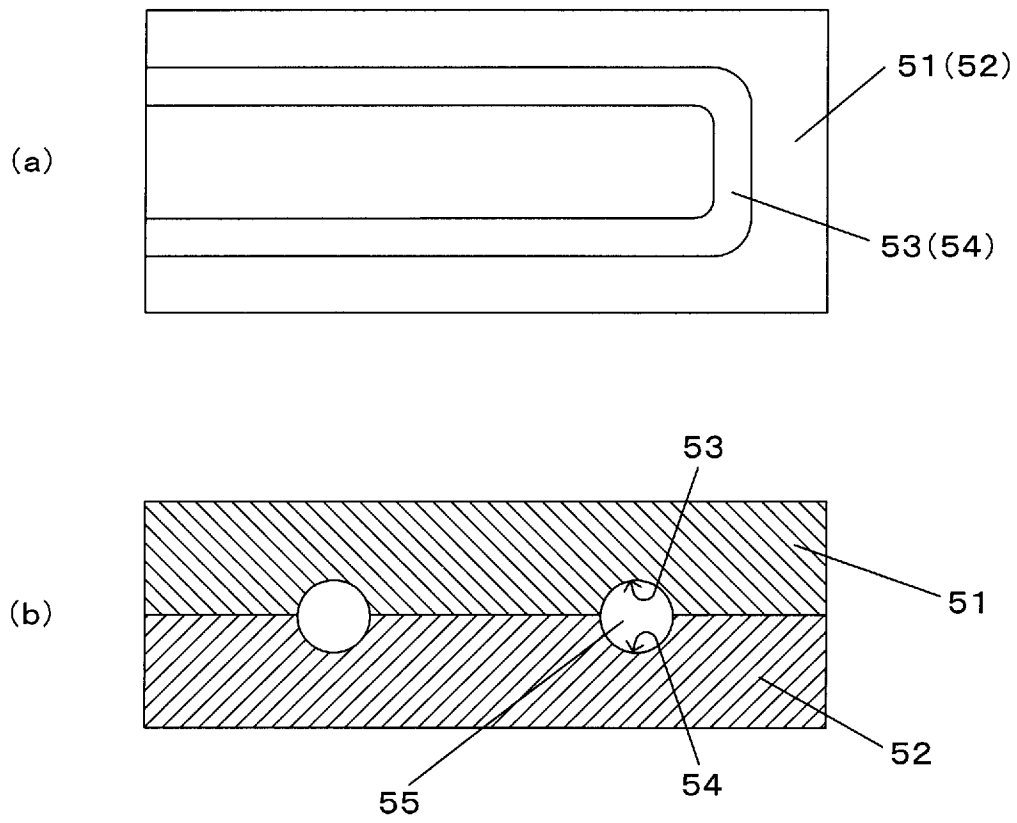
[図9]



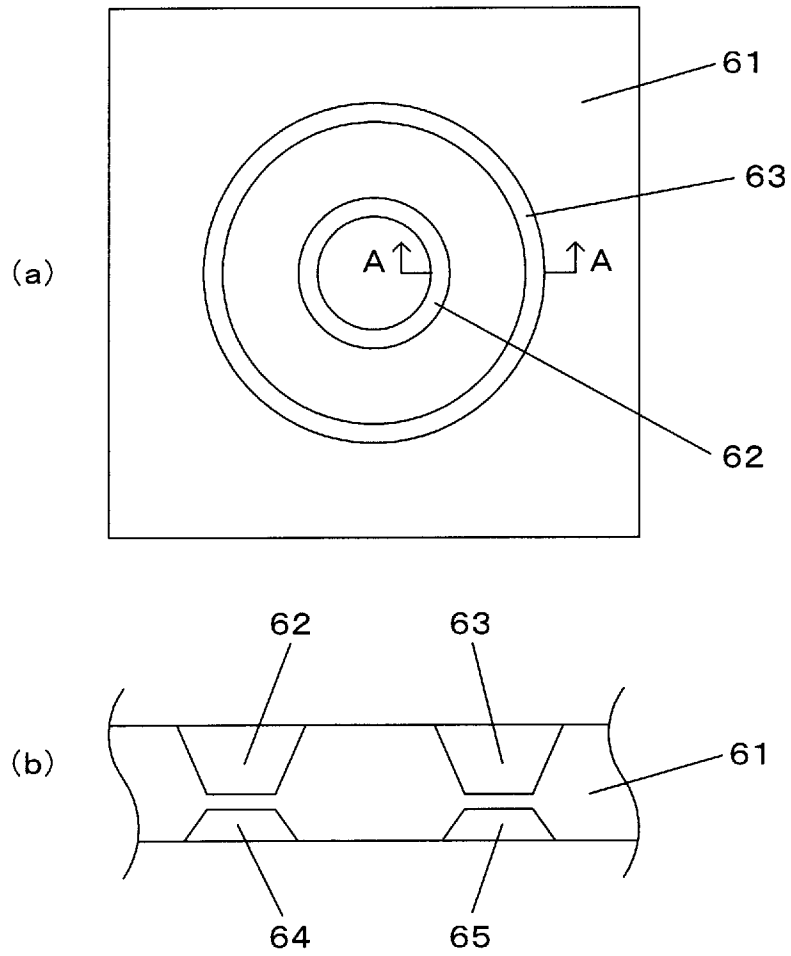
[図10]



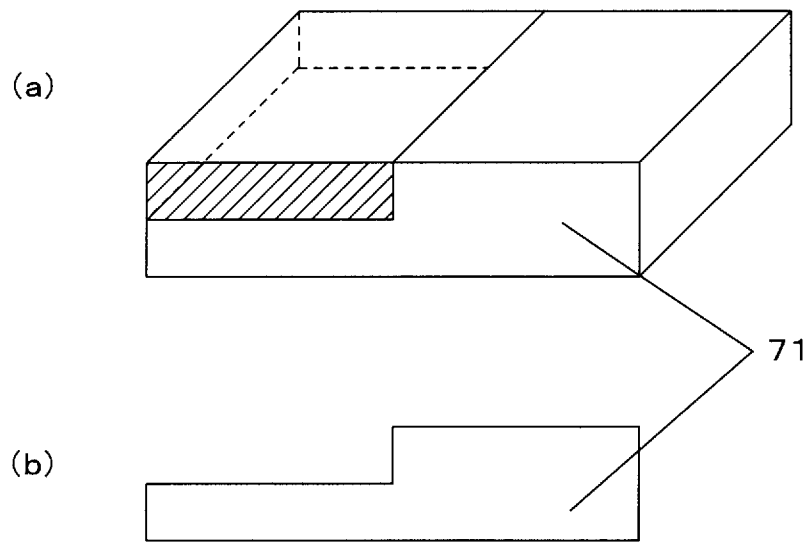
[図11]



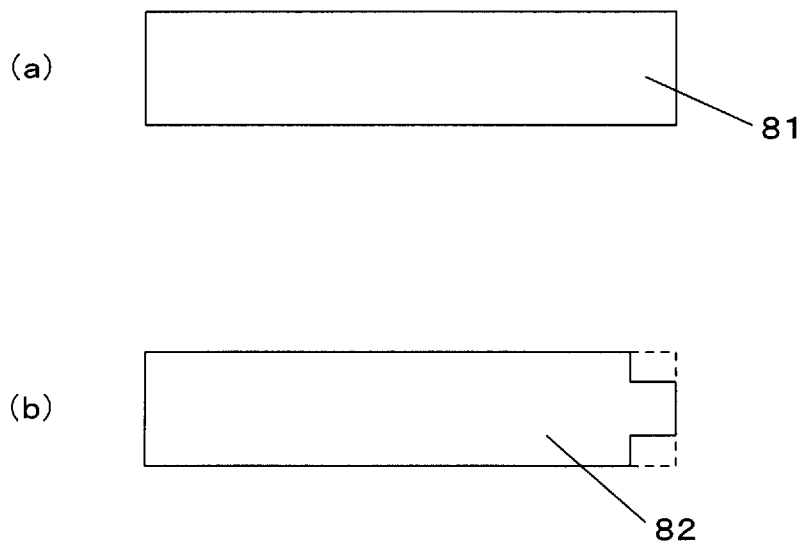
[図12]



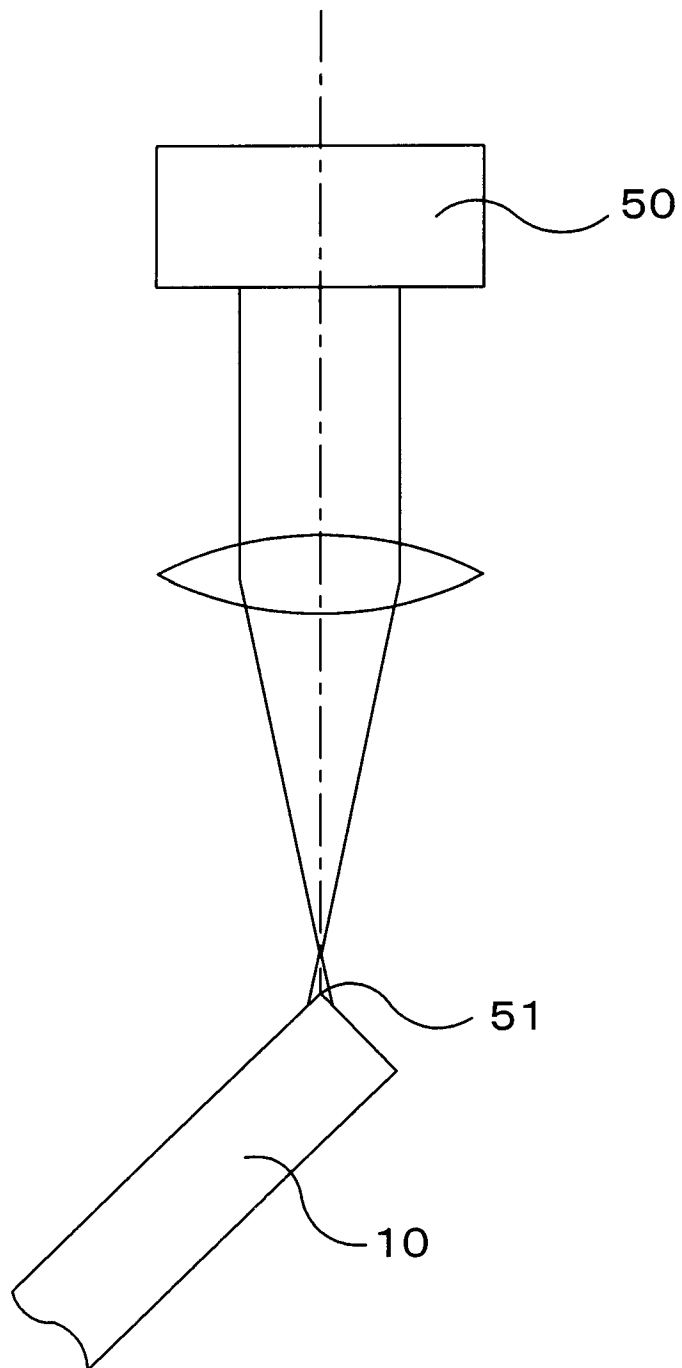
[図13]



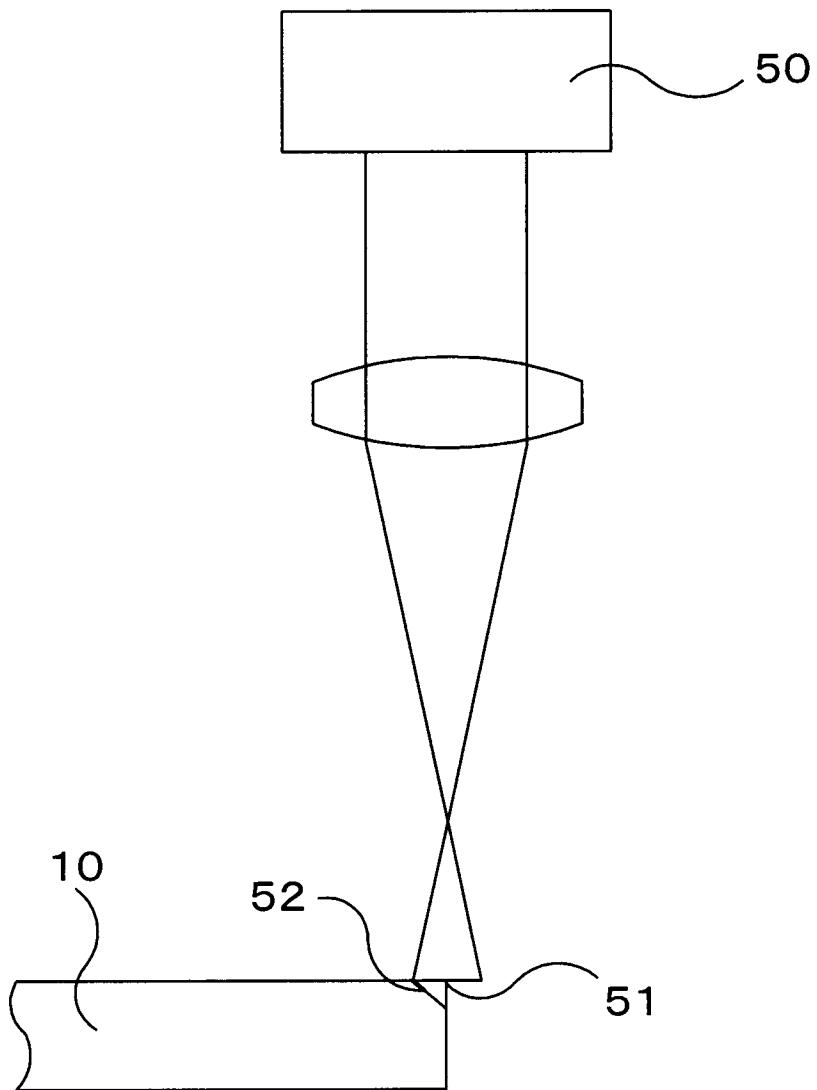
[図14]



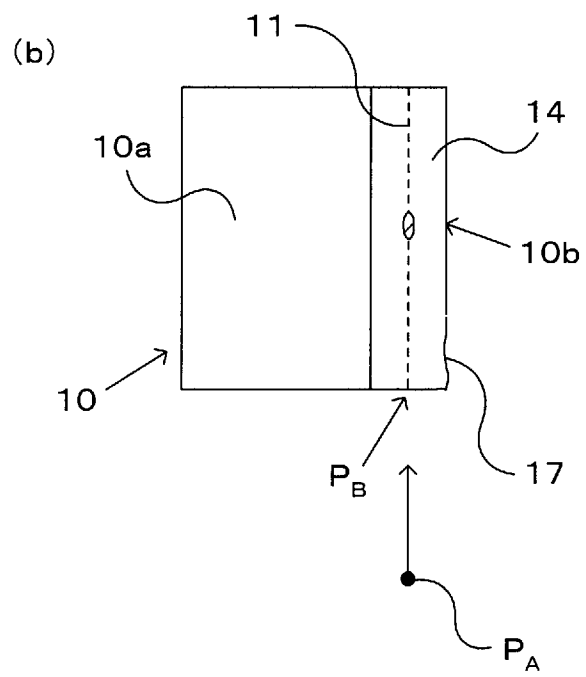
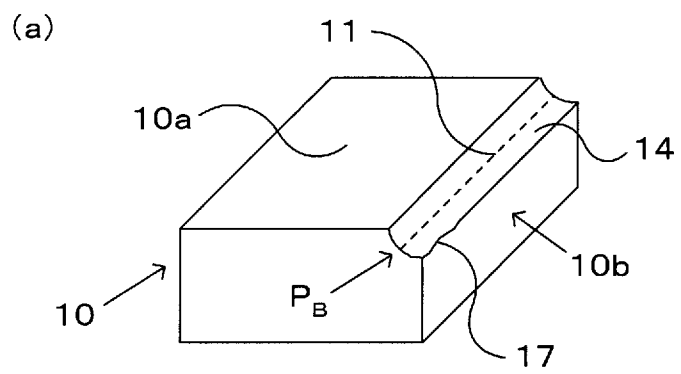
[図15]



[図16]



[図17]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/064855

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER B23K26/00(2006.01) i, B23K26/38(2006.01) i, B28D5/00(2006.01) i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) B23K26/00, B23K26/38, B28D5/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2008 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2008 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2008		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2003-088989 A (Japan Science and Technology Corp.), 25 March, 2003 (25.03.03), Par. Nos. [0005] to [0014]; Figs. 1 to 6 (Family: none)	1-6 7-11
Y	JP 2007-245173 A (Hamamatsu Photonics Kabushiki Kaisha), 27 September, 2007 (27.09.07), Par. Nos. [0022] to [0045]; Figs. 1 to 11 & WO 2007/105537 A1	7-11
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 07 November, 2008 (07.11.08)		Date of mailing of the international search report 18 November, 2008 (18.11.08)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. B23K26/00(2006.01)i, B23K26/38(2006.01)i, B28D5/00(2006.01)i										
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. B23K26/00, B23K26/38, B28D5/00										
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2008年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2008年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2008年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2008年	日本国実用新案登録公報	1996-2008年	日本国登録実用新案公報	1994-2008年
日本国実用新案公報	1922-1996年									
日本国公開実用新案公報	1971-2008年									
日本国実用新案登録公報	1996-2008年									
日本国登録実用新案公報	1994-2008年									
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)										
C. 関連すると認められる文献										
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号								
X	JP 2003-088989 A (科学技術振興事業団) 2003.03.25, 段落【0005】-【0014】、【図1】-【図6】	1-6								
Y	(ファミリーなし)	7-11								
Y	JP 2007-245173 A (浜松ホトニクス) 2007.09.27, 段落【0022】 -【0045】、【図1】-【図11】 & WO 2007/105537 A1	7-11								
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。										
* 引用文献のカテゴリー 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す) 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」 同一パテントファミリー文献										
国際調査を完了した日 07.11.2008	国際調査報告の発送日 18.11.2008									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 青木 正博 電話番号 03-3581-1101 内線 3364	3P 3935								