

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2015 年 7 月 2 日(02.07.2015)

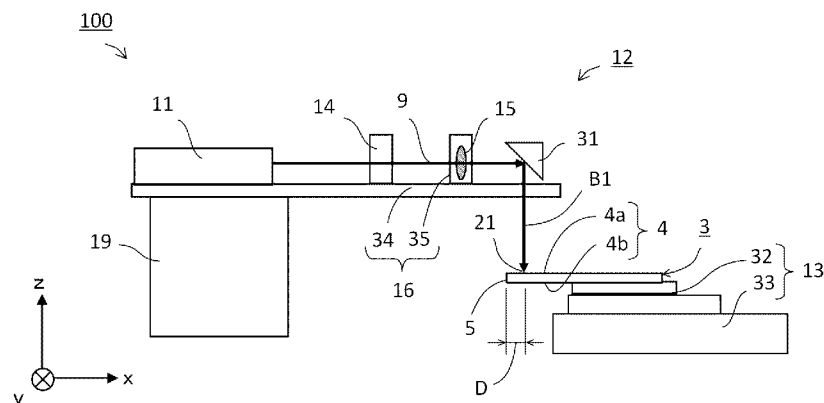


(10) 国際公開番号
WO 2015/098388 A1

- (51) 国際特許分類:
C03B 29/00 (2006.01) *B23K 26/067* (2006.01)
B23K 26/04 (2014.01) *B23K 26/073* (2006.01)
B23K 26/046 (2014.01) *B23K 26/354* (2014.01)
B23K 26/064 (2014.01) *C03C 23/00* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/080934
- (22) 国際出願日: 2014 年 11 月 21 日(21.11.2014)
- (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 2013-269091 2013 年 12 月 26 日(26.12.2013) JP
- (71) 出願人: シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町 2 番 2 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者: 南 功治(MINAMI, Kohji). 足立 雄介(ADACHI, Yusuke).
- (74) 代理人: 特許業務法人 H A R A K E N Z O W O R L D P A T E N T & T R A D E M A R K (HARAKENZO WORLD PATENT & TRADE-MARK); 〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋 2 丁目北 2 番 6 号 大和南森町ビル 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, 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, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: PROCESSING DEVICE

(54) 発明の名称: 加工装置



(57) Abstract: In the present invention, by controlling the irradiation position of light and the intensity distribution of light, a temperature gradient can be made more gradual, and the strength of a processing object can be improved while preventing damage during melt processing. A processing device (100) improves the strength of a plate-shaped processing object (3) by irradiating the surface of the processing object (3) with light, wherein the processing device includes the following: a light source (11) that emits light to the processing object (3); a light guide unit (12) that guides the light emitted from the light source (11) and irradiates an irradiation position which is only a prescribed distance inward from the end surface of the processing object (3); and an irradiation position moving unit (13) that moves the processing object (3) in a direction which is perpendicular relative to the radiation direction of the light radiated from the light guide part (12). The processing device is characterized in that the light guide unit (12) includes an intensity transformation unit (14) that transforms the intensity distribution of the light emitted from the light source (11) to make the temperature gradient from the irradiation position of the processing object (3) to the end-surface side smaller than the temperature gradient inward from the irradiation position.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2015/098388 A1



光の照射位置と強度分布を制御することにより温度勾配を緩やかにして、熔融加工時の破損を防止しながら加工対象物の強度を改善することができる。板状の加工対象物（３）の表面に光を照射することによって、加工対象物（３）の強度を改善する加工装置（１００）であって、加工対象物（３）に対して光を出射する光源（１１）と、光源（１１）から出射された光を導光して、加工対象物（３）の端面から所定距離だけ内側の照射位置に照射する導光部（１２）と、加工対象物（３）を導光部（１２）から照射された光の照射方向に垂直な方向に相対的に移動させる照射位置移動部（１３）とを含み、導光部（１２）は、光源（１１）から出射された光の強度分布を変換して、加工対象物（３）の照射位置から端面側への温度勾配を、照射位置から内側への温度勾配よりも小さくする強度変換部（１４）を備えたことを特徴とする。

明 細 書

発明の名称：加工装置

技術分野

[0001] 本発明は、加工対象物の表面に光を照射して微小溶融させることにより、加工対象物の強度を改善する加工装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、液晶パネルなどの電子デバイス向けのガラス基板は、１枚のガラス基板を所定の大きさに切断して作製されている。切断されたガラス基板の端面近傍には、マイクロクラック等の欠陥が残留している場合があり、端面近傍の強度を改善することが求められる。

[0003] 通常、切断後のガラス基板は、端面を砥石で研磨して、端面の平滑化や面取りが行われているが、砥石を用いた研磨では、端面近傍に残留したマイクロクラックを全て除去することができない。一方、ガラス基板の切断面にレーザー光を照射して、端面を溶融させることにより欠陥を改善する処理装置も提案されているが、レーザー光の照射部に局所的な温度勾配が生じて、ガラス基板に熱応力が加わり破損する問題があった。

[0004] そこで、特許文献１には、レーザー光照射時の温度勾配を低減しながら、ガラス基板の切断面を溶融する処理装置が開示されている。特許文献１の処理装置２００は、図１４に示すように、ガラス基板７１の切断面７１Ａに照射される第１レーザー光７４ａを発振する第１光源７４Ａと、ガラス基板７１の板面のうち、第１レーザー光７４ａの照射範囲の周辺領域７１Ｂに照射される第２レーザー光７４ｂを発振する第２光源７４Ｂと、第１レーザー光７４ａ及び第２レーザー光７４ｂを誘導する誘導手段７５を備える。

[0005] さらに、第２レーザー光７４ｂによって昇温される周辺領域７１Ｂに対応する第１レーザー光７４ａの照射範囲において、第１レーザー光７４ａの照射範囲のガラスが溶融されるように、第１レーザー光７４ａのエネルギー密度を調整する第１調整手段７６Ａを備える。また、第２レーザー光７４ｂによってガラ

ス基板 7 1 の周辺領域が破損されることなく昇温されるように、ガラス基板 7 1 に照射される第 2 レーザ光 7 4 b のエネルギー密度を調整する第 2 調整手段 7 6 B を備える。

[0006] 特許文献 1 の切断面処理装置 2 0 0 によれば、エネルギー密度を調整した第 1 レーザ光 7 4 a と第 2 レーザ光 7 4 b を照射して加熱することにより、ガラス基板 7 1 に生じる温度分布の勾配を緩やかにすることができる。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献 1：日本国公開特許公報「特開 2 0 0 6－2 7 3 6 9 5 号公報」

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、特許文献 1 の処理装置 2 0 0 において、ガラス基板 7 1 の厚みが薄い場合には、第 1 レーザ光 7 4 a を切断面 7 1 A に照射した際の温度上昇が著しく増大し、周辺領域 7 1 B に対して温度分布を緩やかに制御することが困難となる問題があった。このため、薄板のガラス基板 7 1 では、レーザ光照射による熱応力を抑制することができず、ガラス基板 7 1 を破損させずに強度を改善することができなかった。

[0009] 本発明は上記課題に顧みてなされたものであり、光の照射位置と強度分布を制御することにより温度勾配を緩やかにして、熔融加工時の破損を防止しながら加工対象物の強度を改善することができる加工装置を提供することである。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明の加工装置は、板状の加工対象物の表面に光を照射することによって、加工対象物の強度を改善する加工装置であって、加工対象物に対して光を出射する光源と、光源から出射された光を導光して、加工対象物の端面から所定距離だけ内側の照射位置に照射する導光部と、加工対象物を導光部から照射された光の照射方向に垂直な方向に相対的に移動させる照射位置移動

部とを含み、導光部は、光源から出射された光の強度分布を変換して、加工対象物の照射位置から端面側への温度勾配を、照射位置から内側への温度勾配よりも小さくする強度変換部を備えたことを特徴とする。

[0011] また、本発明の加工装置において、強度変換部は、光源から出射された光を集光する集光レンズを傾斜させて、加工対象物の端面側に広がる涙滴形状の温度分布を形成することを特徴とする。

[0012] また、本発明の加工装置において、強度変換部は、光源から出射された光を集光する集光レンズをデフォーカスさせて、デフォーカスした光の一部を加工対象物の端面の外側へずらして照射することを特徴とする。

[0013] また、本発明の加工装置において、強度変換部は、光源から出射された光を分岐する光分岐素子を有し、光分岐素子で分岐した一方の光を他方の光よりも加工対象物の端面側へずらして照射することを特徴とする。

[0014] また、本発明の加工装置において、強度変換部は、光源から出射された光を分岐する光分岐素子を有し、加工対象物の端面側に近い照射位置へ照射される一方の光のビーム径を、端面側から離れた照射位置へ照射される他方の光のビーム径よりも小さくして照射することを特徴とする。

発明の効果

[0015] 本発明によれば、光の照射位置と強度分布を制御することにより温度勾配を緩やかにして、熔融加工時の破損を防止しながら加工対象物の強度を改善することができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明の実施例1の加工装置100の構成を示す側面図である。

[図2]加工装置100によって加工対象物3に光照射した状態を示す斜視図である。

[図3]加工装置100によって光照射した場合の温度分布のグラフである。

[図4]本発明の実施例2の加工装置110の構成を示す側面図である。

[図5]加工装置110によって加工対象物3に光照射した状態を示す斜視図である。

[図6]本発明の実施例3の加工装置120の構成を示す側面図である。

[図7]加工装置120によって加工対象物3に光照射した状態を示す斜視図である。

[図8]本発明の実施例4の加工装置130の構成を示す側面図である。

[図9]加工装置130によって加工対象物3に光照射した状態を示す斜視図である。

[図10]本発明の実施例4の変形例である加工装置140の構成を示す側面図である。

[図11]加工装置140によって加工対象物3に光照射した状態を示す斜視図である。

[図12]本発明の実施例5の加工装置150の構成を示す側面図である。

[図13]加工装置150によって加工対象物3に光照射した状態を示す斜視図である。

[図14]従来技術の処理装置200の構成を示す側面図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本発明の加工装置について図面を参照して説明する。

実施例 1

[0018] 図1は、本発明の実施例1である加工装置100の構成を示す側面図である。なお、図1の紙面に垂直な方向を $x-y$ 平面、 $x-y$ 平面に垂直な鉛直方向を z 方向とし、後述の試料配置部32に平面視で長方形の加工対象物3が水平に載置されるものとして、以下に説明する。

[0019] 本発明の加工装置100は、加工対象物3の切断時にマイクロクラック等の欠陥が生じ易い端面5近傍の表面4に光を照射し、一部を微小溶融・凝固させて、後述する微小溶融部24を形成することにより、加工対象物3の強度を改善する加工装置である。

[0020] 加工装置100は、加工対象物3の端面5以外の複数の表面4のうち、少なくとも1つの表面4に光を照射するものである。加工対象物3が板状である場合、加工対象物3の端面5以外の複数の表面とは、加工対象物3の端面

5を含む仮想平面に各々交差、例えば、直交する2つの主面である上側表面4 aと下側表面4 bである。

[0021] 実施例1の加工装置100は、図1に示すように、光源11と、導光部12と、照射位置移動部13を少なくとも備えている。さらに導光部12は、強度変換部14（本実施例では、たとえば、透明基板に吸収材料を成膜し、透過率を変化させる部材など）と、集光レンズ15と、集光状態変化部16と、ミラー31を有している。さらに照射位置移動部13は、試料配置部32および搬送ステージ33を有している。さらに集光状態変化部16は、光学ベース34およびレンズ位置調整用ホルダ35を有している。

[0022] 光源11としては、軟化点の高い加工対象物3を加工する場合、数W以上の出力を有する高出力レーザが用いられる。また、ガラス基板等の透過性の加工対象物3では、ガラス基板に対して吸収率の非常に高い波長（10.6 μm ）で発振するCO₂ガスレーザが光源11として好ましい。本実施例及び以下に示す各実施例では、加工対象物3がガラス基板であり、光源11にCO₂ガスレーザを用いた構成について説明する。

[0023] 導光部12は、光源11から加工対象物3にレーザ光を導く光路9を形成し、導光部12の光路9には、レーザ光の強度分布を変換する強度変換部14と、レーザ光を集光する集光レンズ15と、レーザ光の進行方向を屈折させるミラー31が設けられている。これらの光源11、強度変換部14、集光レンズ15、ミラー31は、共通の光学ベース34の所定位置に配置固定されている。

[0024] なお、強度変換部14は、後述するように集光レンズ15の配置方法により構成される場合もある。また、光路9における集光レンズ15とミラー31の順序は入れ替えてもよく、レーザ光をミラー31で屈折させた後に、集光レンズ15で集光するように構成してもよい。

[0025] 図2は、実施例1の加工装置100によって、加工対象物3にレーザ光B1を照射した状態を説明するための斜視図である。本発明の加工装置100では、加工対象物3の端面5から所定距離Dだけ離れた上側表面4 aをレー

ザ光 B 1 の照射位置 2 1 として、且つ、照射するレーザ光 B 1 の強度分布を強度変換部 1 4 によって変換することにより、レーザ光 B 1 の照射により生じる昇温部 2 2 の温度勾配を制御している。

[0026] 本発明の加工装置 1 0 0 によれば、レーザ光 B 1 の照射による加工対象物 3 の昇温部 2 2 の温度勾配を制御することで、端面近傍部分 6 の熱応力を抑制して破損を防止しながら、加工対象物 3 の強度を改善することができる。

[0027] 加工装置 1 0 0 では、レーザ光 B 1 の照射位置 2 1 を端面 5 から所定距離 D だけ離し、所定距離 D をレーザ光 B 1 の集光径の半径以下に設定している。したがって、レーザ光 B 1 で欠陥の起点となっている端面 5 を直接照射することなく、端面近傍部分 6 にレーザ光 B 1 の照射による昇温部 2 2 を形成し微小熔融させている。

[0028] ここで、レーザ光 B 1 の照射位置 2 1 とは、集光レンズ 1 5 で集光されたレーザ光 B 1 のエネルギー強度が最大（ピーク強度）となる位置である。また、レーザ光 B 1 の集光径とは、図 2 に示す集光されたレーザ光 B 1 の x 方向の光径において、レーザ光 B 1 のピーク強度の $1/e^2$ （e は自然対数の定数）となる光径である。また、レーザ光の集光径のうち加工対象物 3 の x 方向へ実際に照射される幅を照射幅 2 2 a としている。

[0029] 次に、レーザ光 B 1 の強度分布を変換する強度変換部 1 4 として、透過率調整フィルターを光源 1 1 と集光レンズ 1 5 の間に配置し、光源 1 1 から出射されたレーザ光 B 1 を強度変換部 1 4 に通過させることで、レーザ光 B 1 の強度分布における加工対象物 3 の端面 5 側への強度変化を小さくし、加工対象物 3 の内側への強度変化を大きくしている。なお、透過率調整フィルターは、例えば、ステップ濃度フィルターを挙げることができる。

[0030] 図 3 は、レーザ光 B 1 の照射幅 2 2 a での加工対象物 3 の温度分布を示したグラフである。本発明の加工装置 1 0 0 では、レーザ光の強度分布を調整することにより、加工対象物 3 の上側表面 4 a に図 3 に示す温度分布を生じさせている。具体的には、加工対象物 3 上の照射位置 2 1 から端面 5 側に向かう温度勾配 S 1 が、照射位置 2 1 から内側に向かう温度勾配 S 2 よりも緩

やかになるようにしている。

[0031] 加工対象物 3 の端面近傍部分 6 に集光したレーザ光をその状態で照射すると、レーザ光の照射位置 2 1 から周囲にかけて大きな温度差が発生して、端面近傍部分 6 ではマイクロクラック等の欠陥が熱応力によって増長され、ガラス基板のような脆弱素材では欠けや割れなどの破損が発生することがある。

[0032] このため、本発明の加工装置 1 0 0 では、加工対象物 3 上のレーザ光の強度分布を調整することにより、レーザ光の照射位置 2 1 から端面 5 側への温度勾配 S 1 を照射位置 2 1 から内側への温度勾配 S 2 よりも緩やかにすることで、加工対象物 3 の欠けや割れなどの破損を防止している。

[0033] なお、レーザ光の照射位置 2 1 から内側への温度勾配 S 2 を照射位置 2 1 から端面 5 側への温度勾配 S 1 と同じく緩やかな勾配にすると、レーザ光 B 1 の照射による昇温部 2 2 の範囲が不必要に広くなって、レーザ光 B 1 の照射による加工効率が低下して微小溶融部 2 4 の形成の妨げになる。

[0034] また、昇温部 2 2 の範囲が加工対象物 3 の内側へ広がるほど、ガラス基板や液晶層等から構成される液晶パネルのような複合部材では、各々の複合部材に吸収される熱影響が無視できなくなる。このため、本発明の加工装置 1 0 0 のように、照射位置 2 1 から内側への温度勾配 S 2 を緩やかにせず、昇温部 2 2 の広がり制限することにより、熱影響によるダメージを防止することができる。

[0035] 本発明の加工装置 1 0 0 では、加工対象物 3 上の照射位置 2 1 から端面 5 側への温度勾配 S 1 を照射位置 2 1 から加工対象物 3 の内側への温度勾配 S 2 よりも緩やかにしているため、加工対象物 3 の端面近傍部分 6 に急激な温度差を生じさせることなく、熱応力の発生を抑制することができる。すなわち、本発明の加工装置 1 0 0 は、加工対象物 3 に熱応力による割れや欠損の破損が発生させることなく、マイクロクラック等の欠陥が残留しやすい端面近傍部分 6 を微小溶融させて強度を改善することができる。

[0036] なお、図 3 に示した昇温部 2 2 の温度分布の状態は、レーザ光の集光径の

形状によっても調整することができ、微小溶融状態を細かく制御することができる。さらに、レーザ光の強度分布を制御しながら全体の照射エネルギーを上げていくと、加工対象物 3 の端面 5 側での微小溶融を優先的に進行させることができるので、加工対象物 3 の欠陥の状態に合わせて効率良く強度を改善することができる。

[0037] また、本実施例における加工装置 100 は、光源 11 及び導光部 12 の z 方向の位置を調整する高さ調整ステージ 19 により、加工対象物 3 に対するレーザ光 B1 の集光位置を変えることができるため、レーザ光 B1 の集光状態を調整して昇温部 22 の温度分布を精度良く制御することも可能である。

[0038] また、加工装置 100 は、搬送ステージ 33 の試料配置部 32 上に加工対象物 3 を載置して、図 2 に示すように、レーザ光が照射された加工対象物 3 を端面 5 と平行方向 26 へ移動させることにより、加工対象物 3 の昇温部 22 で形成された微小溶融部 24 を端面 5 と平行に連続させて帯状に形成することができる。この結果、加工対象物 3 のマイクロクラック等の欠陥が残留しやすい端面近傍部分 6 の全体にわたって、帯状の微小溶融部 24 を形成して強度を改善することができる。

実施例 2

[0039] 図 4 は、本発明の実施例 2 の加工装置 110 の構成を示す側面図である。また、図 5 は、実施例 2 の加工装置 110 によって、加工対象物 3 にレーザ光 B2 を照射した状態を説明するための斜視図である。なお、実施例 2 の加工装置 110 のうち、実施例 1 の加工装置 100 の構成要素と同等である構成要素には、実施例 1 の加工装置 100 の構成要素と同じ参照符号を付し、詳細な説明は省略している。

[0040] 実施例 2 の加工装置 110 では、レーザ光 B2 の照射による加工対象物 3 の温度分布を制御するため、図 4 に示すように、集光レンズ 15 を傾斜させることにより強度変換部 14 を構成し、集光されたレーザ光 B2 の強度分布を変換している。具体的には、レーザ光 B2 に対して集光レンズ 15 の光軸をレンズ位置調整用ホルダ 35 で所定方向に傾斜させている。

- [0041] 加工装置 110 の強度変換部 14 は、レーザ光 B2 を集光する集光レンズ 15 の傾斜方向によって、レーザ光 B2 の照射位置 21 から端面 5 側への強度変化を照射位置 21 から内側への強度変化よりも小さくするように変換することができる。この結果、図 5 に示すように、レーザ光 B2 の照射による昇温部 22 の温度分布が加工対象物 3 の端面 5 側に広がる涙滴形状になる。
- [0042] この結果、図 3 に示した実施例 1 の温度分布と同様に、加工対象物 3 上の照射位置 21 から端面 5 側への温度勾配 S1 が照射位置 21 から内側への温度勾配 S2 よりも緩やかになり、端面近傍部分 6 に急激な温度差を生じさせることなく、熱応力の発生を抑制することができる。
- [0043] すなわち、本発明の加工装置 110 は、加工対象物 3 に熱応力による割れや欠損の破損を発生させることなく、マイクロクラック等の欠陥が残留しやすい端面近傍部分 6 を微小熔融させて強度を改善することができる。
- [0044] 実施例 2 の加工装置 110 では、さらにレンズ位置調整用ホルダ 35 により集光レンズ 15 の傾斜角度を調整できるので、レーザ光 B2 の照射による昇温部 22 の温度分布の状態を加工対象物 3 の欠陥の状態に応じて制御することができる。この結果、加工対象物 3 の欠陥の状態に合わせて微小熔融部 24 を形成することができ、効率良く強度を改善することができる。

実施例 3

- [0045] 図 6 は、本発明の実施例 3 の加工装置 120 の構成を示す側面図である。また、図 7 は、実施例 3 の加工装置 120 によって、加工対象物 3 にレーザ光 B3 を照射した状態を説明するための斜視図である。なお、実施例 3 の加工装置 120 のうち、実施例 1 の加工装置 100 の構成要素と同等である構成要素には、実施例 1 の加工装置 100 の構成要素と同じ参照符号を付し、詳細な説明は省略している。
- [0046] 実施例 3 の加工装置 120 では、レーザ光 B3 の照射による加工対象物 3 の温度分布を制御するため、図 6 に示すように、レンズ位置調整用ホルダ 35 で集光レンズ 15 の位置を移動させてデフォーカス状態にすることにより強度変換部 14 を構成し、レーザ光 B3 の強度分布を変換している。

- [0047] 図7に示すように、デフォーカス状態にしたレーザ光B3のビーム径の $1/4$ 以上が端面5から外側に外れるように、レーザ光B3の加工対象物3上の照射位置21が設定されている。具体的には、デフォーカスされたレーザ光B3のビーム径が $400\mu\text{m}$ であり、ビーム径の $1/4$ が端面5から外側に外れており、レーザ光B3の端面5から照射位置21までの距離Dが $1000\mu\text{m}$ に設定されている。ここで、ビーム径の $1/4$ が端面5から外側に外れている状態は、レーザ光の全体に比べてその36%以上の光が外れている位置なので端面付近の影響が出始める。
- [0048] 上記構成によれば、加工対象物3上でのレーザ光B3の強度分布が、端面の内面反射や外側に外れるレーザ光の端面散乱、透過の影響を受けて端面5側の強度が実効的に強まり、レーザ光B3の照射位置21から端面5側への強度変化が照射位置21から内側への強度変化よりも小さくなるように変換される。なお、フォーカス位置は表面の上面、下面ともに、設定可能であり、実施例のようにフォーカス位置が表面の下面に来る場合は、端面散乱、透過の影響が強くなる。
- [0049] また、CO₂ガスレーザから出射されたレーザ光B3の発振波長($10.6\mu\text{m}$)は、ガラス基板に対して吸収率が非常に高いため、加工対象物3の端面5で行き止まった熱が加工対象物3のy方向に吸収されて広がっていく。
- [0050] この結果、実施例2と同様に、レーザ光B3が照射された加工対象物3の昇温部22の温度分布が端面5側に広がる涙滴形状になり、加工対象物3上の照射位置21から端面5側への温度勾配S1が照射位置21から内側への温度勾配S2よりも緩やかな温度分布となり、端面近傍部分6に急激な温度差を生じさせることなく、熱応力の発生を抑制することができる。
- [0051] すなわち、本発明の加工装置120は、加工対象物3に熱応力による割れや欠損の破損を発生させることなく、マイクロクラック等の欠陥が残留しやすい端面近傍部分6を微小熔融させて強度を改善することができる。
- [0052] なお、デフォーカスしたレーザ光B3のビーム径の $1/4$ 以上を端面5から外側に外すことで、レーザ光B3の端面5から照射位置21までの距離D

がビーム径の $1/4$ 以下となり、レーザ光 B 3 のピーク強度中心付近のエネルギー密度差の小さい領域を照射位置 2 1 から端面 5 側での強度分布として利用できる。このため、加工対象物 3 の温度分布の傾斜を照射位置 2 1 から端面 5 側で緩やかに調整することが容易である。

[0053] 上記の理由から、レーザ光 B 3 のビーム径を $600\ \mu\text{m}$ (半径 $300\ \mu\text{m}$) にして、端面 5 から照射位置 2 1 までの距離 D を $100\ \mu\text{m}$ にすると、照射位置 2 1 から端面 5 側での強度分布の変化を小さく (強度が最大強度の 50% の位置が端部付近になる) することがさらに容易となる。この場合、端面 5 からさらに $200\ \mu\text{m}$ の範囲までの温度勾配が小さくなり、端面近傍部分 6 に $200\ \mu\text{m}$ 位の大きな欠陥が存在するような場合であっても、割れや破損を発生させずに微小熔融させて強度を改善することができる。

[0054] なお、実施例 3 の構成は、端部を R (丸め) 加工する従来技術とは異なり、レーザ光を端面に対して直接照射するものではないため、欠陥の起点となる端面から欠陥が増長してしまうことを防止できる。

実施例 4

[0055] 図 8 は、本発明の実施例 4 の加工装置 1 3 0 の構成を示す側面図である。また、図 9 は、実施例 4 の加工装置 1 3 0 によって、加工対象物 3 にレーザ光 B 4 及びレーザ光 B 5 を照射した状態を説明するための斜視図である。なお、実施例 4 の加工装置 1 3 0 のうち、実施例 1 の加工装置 1 0 0 の構成要素と同等である構成要素には、実施例 1 の加工装置 1 0 0 の構成要素と同じ参照符号を付し、詳細な説明は省略している。

[0056] 実施例 4 では、光源 1 1 から出射されたレーザ光を導光部 1 2 に設けた光分岐素子 3 7 でレーザ光 B 4 とレーザ光 B 5 の 2 つに分岐して、一方のレーザ光 B 4 を加工対象物 3 の上側表面 4 a に照射するとともに、他方のレーザ光 B 5 を加工対象物 3 の下側表面 4 b に照射する構成となっている。このため、レーザ光 B 4 を上側表面 4 a に導く光路 9 と、レーザ光 B 5 を下側表面 4 b に導く光路 9 には、各々のレーザ光を集光する 2 つの集光レンズ 1 5 と、各々のレーザ光の進行方向を屈折させる複数のミラー 3 1 が配置されてい

る。

[0057] したがって、実施例4の加工装置130では、レーザ光の強度分布を変換する強度変換部14が、光分岐素子37と、2つの集光レンズ15と、複数のミラー31から構成されている。

[0058] また、レーザ光B4の光路9とレーザ光B5の光路9の各々を構成する光学部材は2つの光学ベース34上に設置され、図示しない高さ調整ステージによりz方向に位置調整することができ、レーザ光B4とレーザ光B5の加工対象物3に対する焦点距離を調整することができる。なお、実施例1と同様に、集光レンズ15とミラー31の配置関係は、図8の構成に限定されるものではない。

[0059] 実施例4の加工装置130では、レーザ光B4及びレーザ光B5のビーム径が各々300 μ mであり、図9に示すように、レーザ光B4の照射位置21aとレーザ光B5の照射位置21bがx方向にずれた位置に設定されている。具体的には、レーザ光B4の照射位置21aが端面5から100 μ m（距離D1）の位置であり、レーザ光B5の照射位置21bが端面5から150 μ m（距離D2）の位置であり、その位置ずれ量が50 μ mに設定されている。

[0060] さらに、レーザ光B5のエネルギー強度をレーザ光B4のエネルギー強度よりも例えば20%程度小さく設定している。これにより、加工対象物3上にレーザ光B4とレーザ光B5が重複して照射された昇温部22では、レーザ光B4とレーザ光B5の照射位置のずれ量とエネルギー強度差から、図9のように昇温部22の温度分布が涙滴形状となる。

[0061] このため、加工対象物3上の照射位置21から端面5側への温度勾配S1が照射位置21から内側への温度勾配S2よりも緩やかとなり、端面近傍部分6に急激な温度差を生じさせることなく、熱応力の発生を抑制することができる。

[0062] すなわち、実施例4の加工装置130は、加工対象物3に熱応力による割れや欠損の破損を発生させることなく、マイクロクラック等の欠陥が残留し

やすい端面近傍部分 6 を微小溶融させて強度を改善することができる。

[0063] なお、実施例 4 の加工装置 130 では、2 つのレーザ光 B 4 とレーザ光 B 5 を加工対象物 3 に対して垂直に照射しているが、図 10 の変形例に示す加工装置 140 のように、2 つのレーザ光 B 6 とレーザ光 B 7 を互いに斜めから加工対象物 3 に照射して上側表面 4 a で重複させてもよい。ここでは、レーザ光 B 6 の照射位置 21 c とレーザ光 B 7 の照射位置 21 d は、図 9 に示したレーザ光 B 4 の照射位置 21 a とレーザ光 B 5 の照射位置 21 b と各々同じ位置に設定している。

[0064] 実施例 4 の変形例では、加工装置 140 の光源 11 から出射されたレーザ光をハーフミラー 36（50% 反射（55° 入射））にて照射して、ハーフミラー 36 で反射されたレーザ光 B 6 を集光レンズ 15 で集光した後、加工対象物 3 の上側表面 4 a に入射角度 20° で照射している。また、ハーフミラー 36 を透過したレーザ光 B 7 をミラー 31（全反射（35° 入射））で反射して、集光レンズ 15 で集光した後、加工対象物 3 の上側表面 4 a に入射角度 20° で照射している。

[0065] なお、レーザ光 B 6 の光路 9 とレーザ光 B 7 の光路 9 を構成する各々の光学部材は共通の光学ベース 34 上に設置され、高さ調整ステージ 19 により z 方向に位置調整することができ、レーザ光 B 6 とレーザ光 B 7 の加工対象物 3 に対する焦点距離を調整できるようになっている。

[0066] 実施例 4 の変形例の加工装置 140 は、レーザ光 B 7 のエネルギー強度をレーザ光 B 6 のエネルギー強度よりも例えば 20% 程度小さく設定している。これにより、加工対象物 3 にレーザ光 B 6 とレーザ光 B 7 が重複して照射された昇温部 22 では、レーザ光 B 6 とレーザ光 B 7 の照射位置のずれとエネルギー強度差から、図 11 のように昇温部 22 の温度分布が涙滴形状となる。

[0067] このため、加工対象物 3 上の照射位置 21 から端面 5 側に向けての温度勾配 S1 が、加工対象物 3 上の照射位置 21 から加工対象物 3 のセンター側に向けての温度勾配 S2 よりも緩やかとなり、端面近傍部分 6 に急激な温度差

を生じさせることなく、熱応力の発生を抑制することができる。

[0068] すなわち、実施例4の変形例の加工装置140は、加工対象物3に熱応力による割れや欠損の破損を発生させることなく、マイクロクラック等の欠陥が残留しやすい端面近傍部分6を微小溶融させて強度を改善することができる。

[0069] 上記で説明した実施例4及び変形例では、レーザ光を2箇所の照射位置21に照射しているが、想定される欠陥のサイズや残留範囲に応じて、さらに、レーザ光を3箇所以上の照射位置21に照射して、昇温部22の範囲を図9や図11のx方向（内側）に適宜広げることにも可能である。

実施例 5

[0070] 図12は、本発明の実施例5の加工装置150の構成を示す側面図である。また、図13は、実施例5の加工装置150によって、加工対象物3にレーザ光B8及びレーザ光B9を照射した状態を説明するための斜視図である。なお、実施例5の加工装置150のうち、実施例1の加工装置100の構成要素と同等である構成要素には、実施例1の加工装置100の構成要素と同じ参照符号を付し、詳細な説明は省略している。

[0071] 実施例5の加工装置150は、光源11から出射されたレーザ光を導光部12に設けた光分岐素子37でレーザ光B8とレーザ光B9の2つに分岐して、一方のレーザ光B8を加工対象物3の上側表面4aに照射するとともに、他方のレーザ光B9を加工対象物3の下側表面4bに照射する構成となっている。このため、レーザ光B8を上側表面4aに導く光路9と、レーザ光B9を下側表面4bに導く光路9には、各々のレーザ光を集光する2つの集光レンズ15と、各々のレーザ光の進行方向を屈折させる複数のミラー31が配置されている。

[0072] したがって、実施例5の加工装置150では、レーザ光の強度分布を変換する強度変換部14が、光分岐素子37と、2つの集光レンズ15と、複数のミラー31から構成されている。

[0073] また、レーザ光B8の光路9とレーザ光B9の光路9を構成する光学部材

の各々は2つの光学ベース34上に設置され、図示しない高さ調整ステージによりz方向に位置調整することができ、レーザ光B8とレーザ光B9の加工対象物3に対する焦点距離を調整することができる。なお、実施例1と同様に、集光レンズ15とミラー31の配置関係は、図8の構成に限定されるものではない。

[0074] 実施例5の加工装置150では、図12に示すように、レーザ光B8を集光する集光レンズ15の実効焦点距離を、レーザ光B9を集光する集光レンズ15の実効焦点距離よりも短く設定している。このように、レーザ光B8とレーザ光B9の実効焦点距離を異ならせることにより、加工対象物3の端面5側と内側でレーザ光の強度分布の差を生じさせている。

[0075] 具体的には、図13に示すように、レーザ光B8とレーザ光B9の実効焦点距離の違いにより、レーザ光B8の照射範囲がレーザ光B9の照射範囲よりも小さくなっている。例えば、レーザ光B8のビーム径が250 μ mであり、レーザ光B9のビーム径が300 μ mとなっている。

[0076] また、レーザ光B8の照射位置21eが端面5から100 μ m（距離D5）の位置であり、レーザ光B9の照射位置21fが端面5から150 μ m（距離D6）の位置であり、その位置ずれ量が50 μ mに設定されている。

[0077] これにより、レーザ光B8とレーザ光B9が重複して照射された加工対象物3の昇温部22では、レーザ光B8とレーザ光B9との照射範囲の違いから、図13のように昇温部22の温度分布が涙滴形状となる。

[0078] このため、加工対象物3上の照射位置21から端面5側に向けての温度勾配S1が、加工対象物3上の照射位置21から加工対象物3のセンター側に向けての温度勾配S2よりも緩やかとなり、端面近傍部分6に急激な温度差を生じさせることなく、熱応力の発生を抑制することができる。

[0079] すなわち、実施例5の加工装置150は、加工対象物3に熱応力による割れや欠損の破損を発生させることなく、マイクロクラック等の欠陥が残留しやすい端面近傍部分6を微小熔融させて強度を改善することができる。

符号の説明

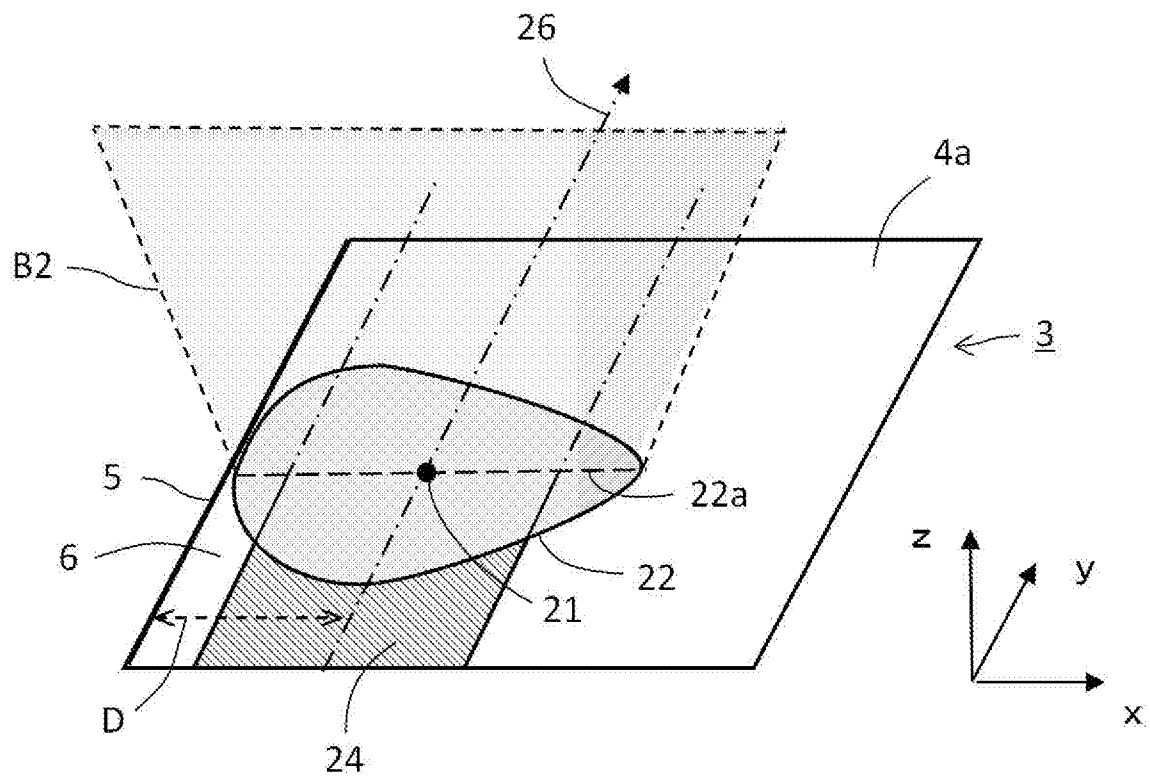
- [0080] 3 加工対象物
- 4 表面
- 4 a 上側表面
- 4 b 下側表面
- 5 端面
- 6 端面近傍部分
- 9 光路
- 1 1 光源
- 1 2 導光部
- 1 3 照射位置移動部
- 1 4 強度変換部
- 1 5 集光レンズ
- 1 6 集光状態変化部
- 1 9 高さ調整ステージ
- 2 1、2 1 a、2 1 b、2 1 c、2 1 d、2 1 e、2 1 f、照射位置
- 2 2 昇温部
- 2 2 a 照射幅
- 2 4 微小溶融部
- 3 1 ミラー
- 3 2 試料配置部
- 3 3 搬送ステージ
- 3 4 光学ベース
- 3 5 レンズ位置調整用ホルダ
- 3 6 ハーフミラー
- 3 7 光分岐素子
- 1 0 0、1 1 0、1 2 0、1 3 0、1 4 0、1 5 0 加工装置

請求の範囲

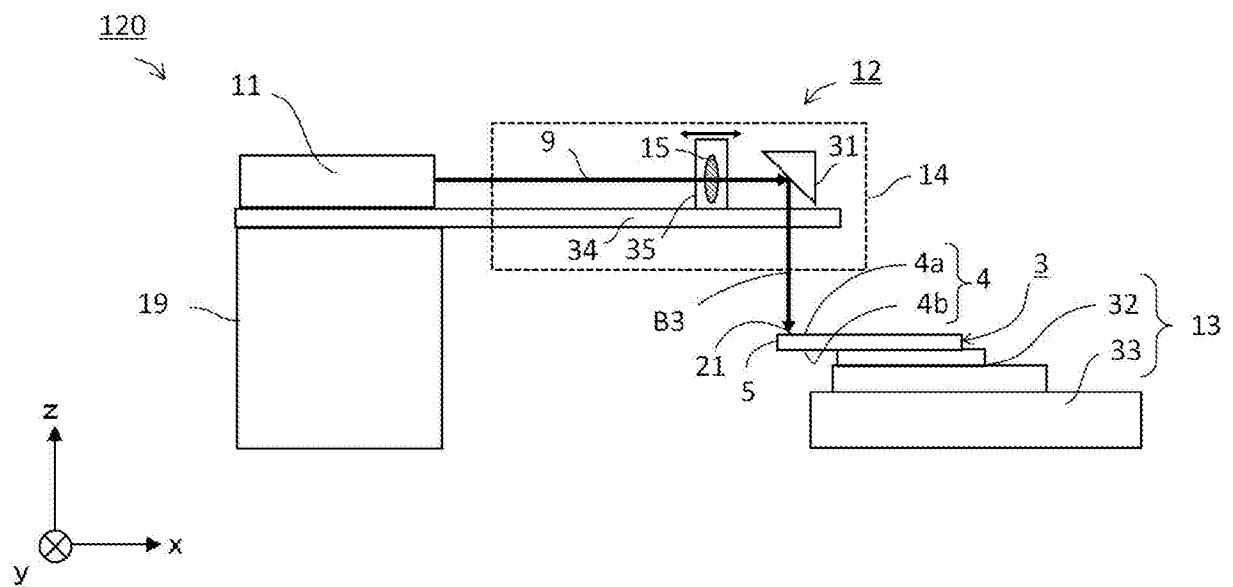
- [請求項1] 板状の加工対象物の表面に光を照射することによって、前記加工対象物の強度を改善する加工装置であって、
- 前記加工対象物に対して光を出射する光源と、
- 前記光源から出射された光を導光して、前記加工対象物の端面から所定距離だけ内側の照射位置に照射する導光部と、
- 前記加工対象物を前記導光部から照射された光の照射方向に垂直な方向に相対的に移動させる照射位置移動部とを含み、
- 前記導光部は、前記光源から出射された光の強度分布を変換して、前記加工対象物の前記照射位置から端面側への温度勾配を、前記照射位置から内側への温度勾配よりも小さくする強度変換部を備えたことを特徴とする加工装置。
- [請求項2] 前記強度変換部は、前記光源から出射された光を集光する集光レンズを傾斜させて、前記加工対象物の端面側に広がる涙滴形状の温度分布を形成することを特徴とする請求項1に記載の加工装置。
- [請求項3] 前記強度変換部は、前記光源から出射された光を集光する集光レンズをデフォーカスさせて、デフォーカスした光の一部を前記加工対象物の端面の外側へずらして照射することを特徴とする請求項1に記載の加工装置。
- [請求項4] 前記強度変換部は、前記光源から出射された光を分岐する光分岐素子を有し、
- 前記光分岐素子で分岐した一方の光を他方の光よりも前記加工対象物の端面側へずらして照射することを特徴とする請求項1に記載の加工装置。
- [請求項5] 前記強度変換部は、前記光源から出射された光を分岐する光分岐素子を有し、
- 前記加工対象物の端面側に近い照射位置へ照射される一方の光のビーム径を、端面側から離れた照射位置へ照射される他方の光のビーム

径よりも小さくして照射することを特徴とする請求項 1 に記載の加工装置。

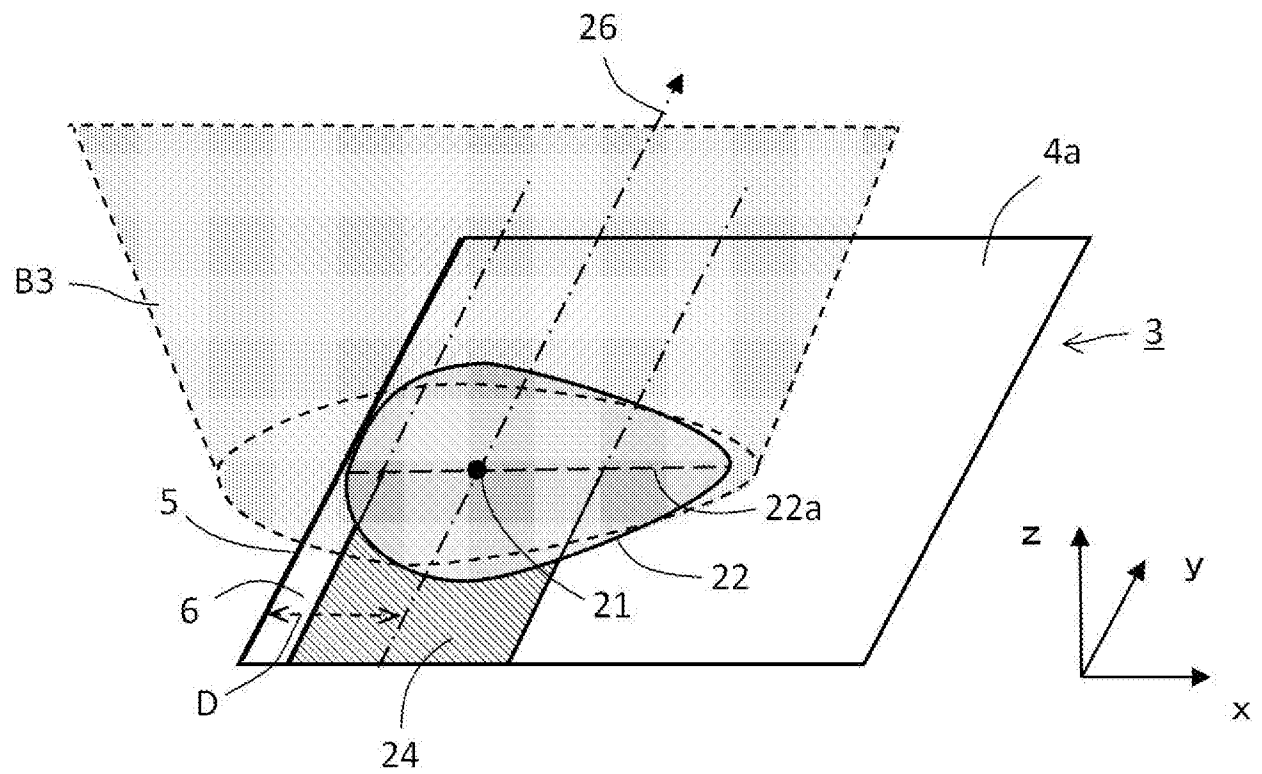
[図5]



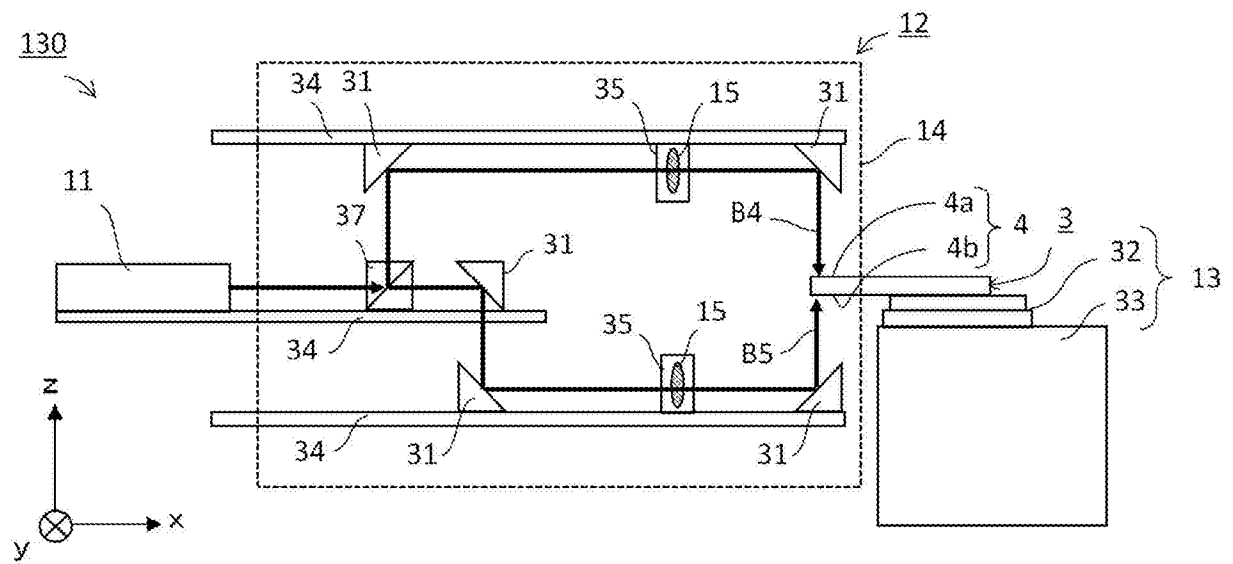
[図6]



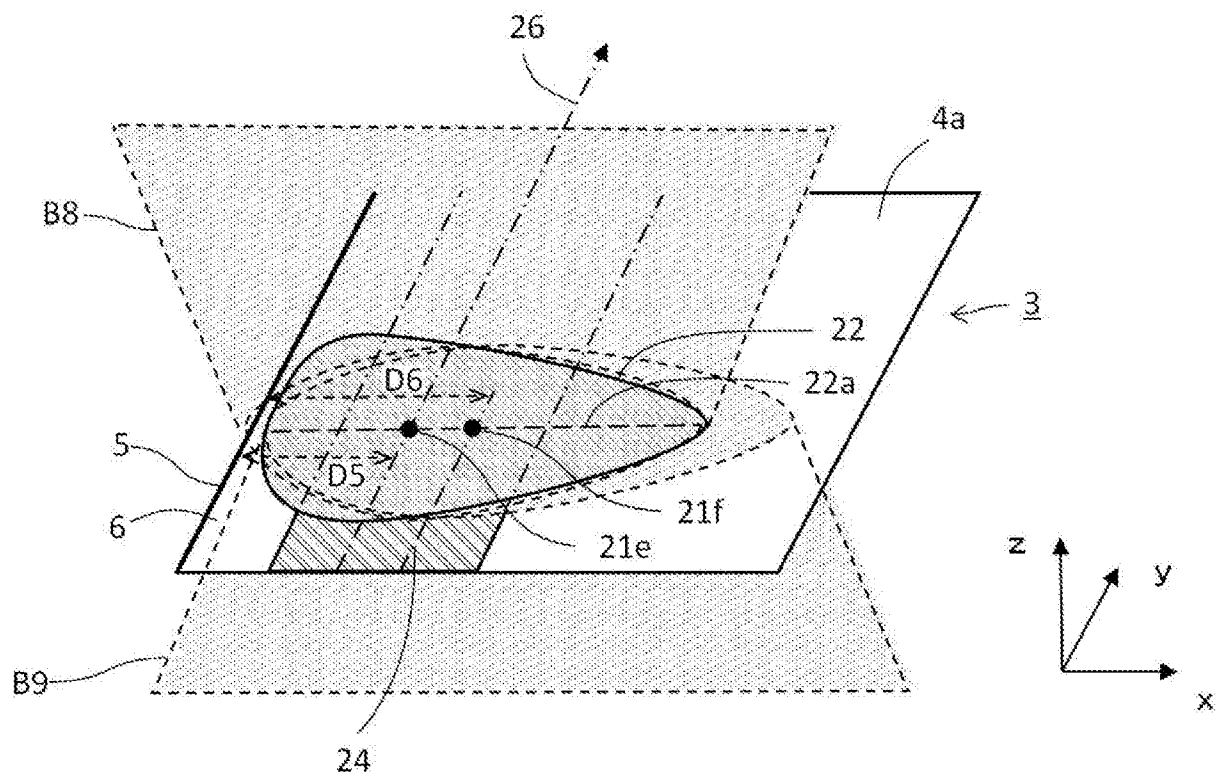
[図7]



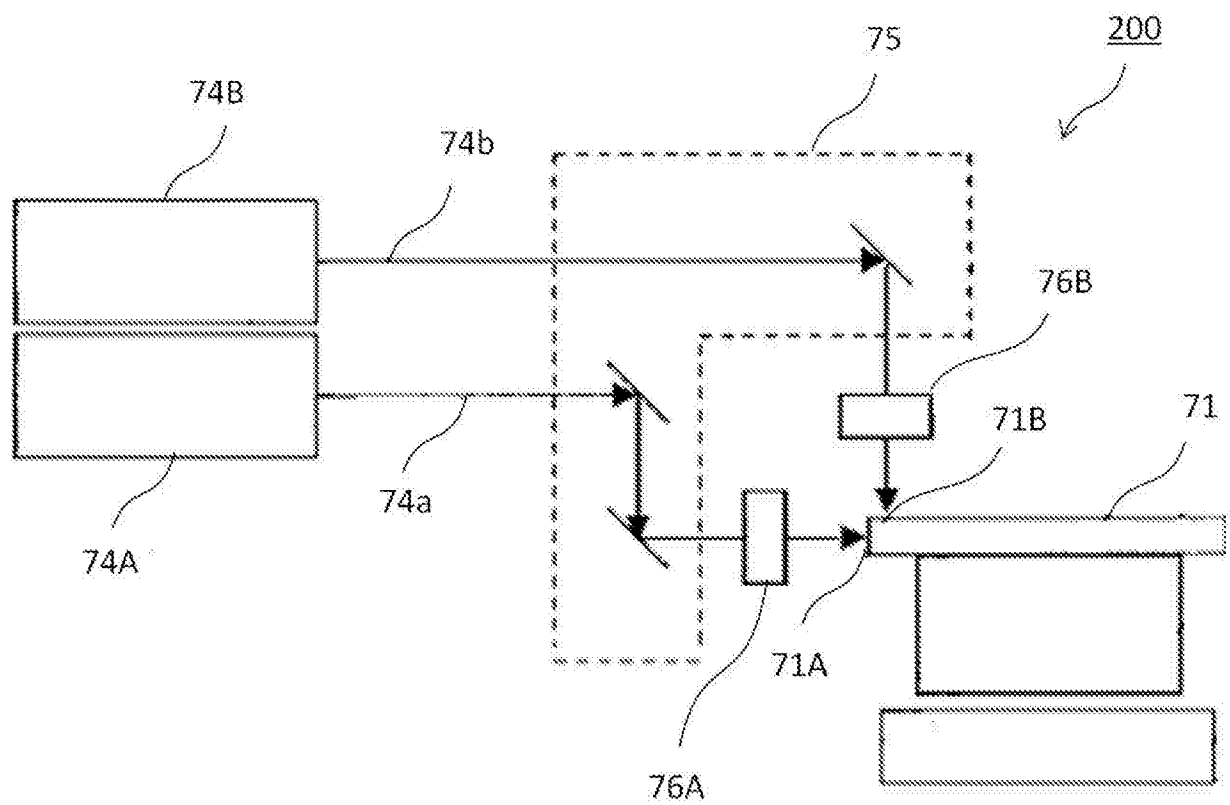
[図8]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/080934

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C03B29/00(2006.01)i, B23K26/04(2014.01)i, B23K26/046(2014.01)i,
B23K26/064(2014.01)i, B23K26/067(2006.01)i, B23K26/073(2006.01)i,
B23K26/354(2014.01)i, C03C23/00(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)

C03B29/00-29/16, C03C23/00, B23K26/00-26/70, G11B7/135

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 1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2015 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2015

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.
Y A	JP 2002-210577 A (Amada Engineering Center Co., Ltd.), 30 July 2002 (30.07.2002), paragraphs [0001], [0014] to [0021], [0031] to [0032]; fig. 1, 3 (Family: none)	1-3 4, 5
Y A	JP 2009-35433 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 19 February 2009 (19.02.2009), paragraphs [0001], [0014], [0031] to [0045]; fig. 2 (Family: none)	1-3 4, 5



Further documents are listed in the continuation of Box C.



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
16 February 2015 (16.02.15)

Date of mailing of the international search report
03 March 2015 (03.03.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/080934

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-241141 A (Nippon Steel Techno Research Corp.), 28 August 2002 (28.08.2002), paragraphs [0001], [0017] to [0031]; fig. 1 to 5 (Family: none)	1, 2
A	JP 2007-035087 A (Pulstec Industrial Co., Ltd.), 08 February 2007 (08.02.2007), paragraphs [0018] to [0019]; fig. 3 & US 2007/0019519 A1	1, 2
Y	JP 09-225665 A (Seiko Epson Corp.), 02 September 1997 (02.09.1997), paragraphs [0001], [0012]; fig. 1, 2 (Family: none)	1, 3
A	JP 02-249148 A (Nippon Columbia Co., Ltd.), 04 October 1990 (04.10.1990), page 2, lower right column, line 20 to page 3, upper left column, line 8; fig. 1 to 3 (Family: none)	1, 2
A	JP 09-019785 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 21 January 1997 (21.01.1997), paragraphs [0013] to [0015]; fig. 1 (Family: none)	1, 4, 5
A	JP 63-211135 A (Toshiba Corp.), 02 September 1988 (02.09.1988), page 4, upper right column, line 10 to lower right column, line 5; fig. 1 to 2 (Family: none)	1, 4, 5
P, A	WO 2014/157245 A1 (Asahi Glass Co., Ltd.), 02 October 2014 (02.10.2014), paragraphs [0006], [0011] to [0074], [0093] to [0131]; fig. 1 to 12, 24 to 36 (Family: none)	1, 4, 5
P, A	WO 2014/155846 A1 (Sharp Corp.), 02 October 2014 (02.10.2014), paragraphs [0001], [0008], [0025] to [0070]; fig. 1, 2 & JP 2014-195821 A	1

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. C03B29/00(2006.01)i, B23K26/04(2014.01)i, B23K26/046(2014.01)i, B23K26/064(2014.01)i, B23K26/067(2006.01)i, B23K26/073(2006.01)i, B23K26/354(2014.01)i, C03C23/00(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（I P C）） Int.Cl. C03B29/00 - 29/16, C03C23/00, B23K26/00 - 26/70, G11B7/135			
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 日本国実用新案公報 1 9 2 2 - 1 9 9 6 年 日本国公開実用新案公報 1 9 7 1 - 2 0 1 5 年 日本国実用新案登録公報 1 9 9 6 - 2 0 1 5 年 日本国登録実用新案公報 1 9 9 4 - 2 0 1 5 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 請求項の番号	
Y	JP 2002-210577 A（株式会社アマダエンジニアリングセンター） 2002.07.30,	1 - 3	
A	【0001】，【0014】 - 【0021】，【0031】 - 【0032】，【図1】，【図3】 （ファミリーなし）	4, 5	
Y	JP 2009-35433 A（旭硝子株式会社）2009.02.19,	1 - 3	
A	【0001】，【0014】，【0031】 - 【0045】，【図2】（ファミリーなし）	4, 5	
☒ C 欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ 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 1 6 . 0 2 . 2 0 1 5		国際調査報告の発送日 0 3 . 0 3 . 2 0 1 5	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5 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） 吉川 潤 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 6 5	4 T 9 6 5 1

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリ*	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 請求項の番号
Y	JP 2002-241141 A (株式会社日鐵テクノリサーチ) 2002.08.28, 【0001】 , 【0017】 - 【0031】 , 【図 1】 - 【図 5】 (ファミリーなし)	1, 2
A	JP 2007-035087 A (パルステック工業株式会社) 2007.02.08, 【0018】 - 【0019】 , 【図 3】 & US 2007/0019519 A1	1, 2
Y	JP 09-225665 A (セイコーエプソン株式会社) 1997.09.02, 【0001】 , 【0012】 , 【図 1】 , 【図 2】 (ファミリーなし)	1, 3
A	JP 02-249148 A (日本コロムビア株式会社) 1990.10.04, 第 2 頁右下欄 20 行 - 第 3 頁左上欄 8 行, 第 1 図 - 第 3 図 (ファミリーなし)	1, 2
A	JP 09-019785 A (三菱重工業株式会社) 1997.01.21, 【0013】 - 【0015】 , 【図 1】 (ファミリーなし)	1, 4, 5
A	JP 63-211135 A (株式会社東芝) 1988.09.02, 第 4 頁右上欄 10 行 - 同頁右下欄 5 行, 第 1 図 - 第 2 図 (ファミリーなし)	1, 4, 5
P, A	WO 2014/157245 A1 (旭硝子株式会社) 2014.10.02, [0006], [0011] - [0074], [0093] - [0131], [図 1] - [図 12], [図 24] - [図 36] (ファミリーなし)	1, 4, 5
P, A	WO 2014/155846 A1 (シャープ株式会社) 2014.10.02, [0001], [0008], [0025] - [0070], [図 1], [図 2] & JP 2014-195821 A	1