(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
2014 年 10 月 2 日(02.10.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/155846 A1

(51) 国際特許分類:
B23K 26/352 (2014.01) *B23K 26/046* (2014.01)
B23K 26/04 (2014.01) *C03C 23/00* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2013/082844

(22) 国際出願日: 2013 年 12 月 6 日(06.12.2013)

(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 2013-073179 2013 年 3 月 29 日(29.03.2013) 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２２番２２号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 南　功治(MINAMI, Kohji). 乾　仁史(INUI, Hitoshi). 足立　雄介(ADACHI, Yusuke).

(74) 代理人: 西教　圭一郎(SAIKYO, Keiichiro); 〒5410052 大阪府大阪市中央区安土町１丁目８番１５号　野村不動産大阪ビル９階 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, LT, 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.

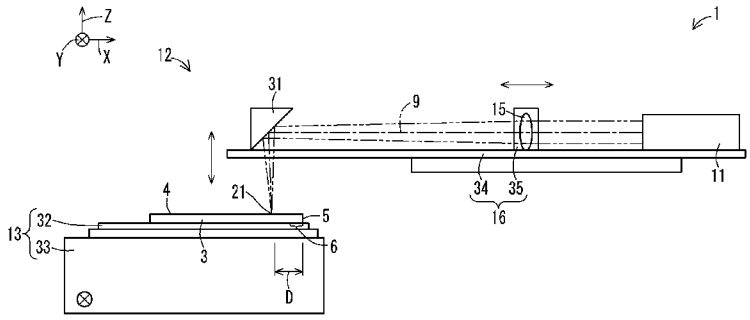
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 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**: MACHINING DEVICE

(54) 発明の名称 : 加工装置

FIG. 1



(57) **Abstract**: Provided is a machining device capable of improving the strength of a machining object without causing an increase in defects in portions near end surfaces. The machining device (1) for performing end surface machining on a machining object (3) by irradiating light onto an outer surface (4) of the machining object (3) irradiates light irradiated from a light source (11) by optical guiding with an optical guiding part (12) onto a position on the outer surface (4) of the machining object (3), the position being located toward the inside by a predetermined distance (D) from an end surface (5) of the machining object (3). A light irradiation position (21) on the outer surface (4) of the machining object (3) is a position further to the inside than a portion near the end surface of a machining object with a high defect rate. The machining device (1) moves in a relative manner the machining object (3) in a direction (Y) perpendicular to an irradiation direction (Z) of light irradiated from the optical guiding part (12) while irradiating light onto the machining object (3). Consequently, a linear machined structure (24) is formed at a position toward the inside by the predetermined distance (D) from the end surface (5) on the outer surface (4) of the machining object (3).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/155846 A1

端面近傍部分の欠陥の増大を引起すことなく、加工対象物の強度を向上させることができる加工装置が提供される。加工対象物（３）の表面（４）に光を照射することによって加工対象物（３）の端面加工を行う加工装置（１）は、光源（１１）から出射された光を、加工対象物（３）の表面（４）上の加工対象物（３）の端面（５）から所定距離（Ｄ）だけ内側の位置に、導光部（１２）によって導光して照射させる。加工対象物（３）の表面（４）上における光の照射位置（２１）は、欠陥率の高い加工対象物の端面近傍部分よりも内側の位置である。加工対象物（３）に対する光照射と並行して、加工装置（１）は、導光部（３）から照射された光の照射方向（Ｚ）に垂直な方向（Ｙ）に、加工対象物（３）を相対的に移動させる。この結果、加工対象物（３）の表面（４）上の端面（５）から所定距離（Ｄ）だけ内側の位置に、線状の加工構造（２４）が形成される。

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することによって、前記加工対象物の加工を行う加工装置に関する。

背景技術

[0002] 従来、液晶パネル用のガラス基板に代表される電子デバイス向けのガラス基板は、１枚のガラス板を所定の大きさになるように切断することで得られる。切断後のガラス基板は、切断面である端面が鋭利な状態になっていることが多い。切断後のガラス基板の端面が切断時の状態のままであれば、前記ガラス基板に加工を施す際に、前記ガラス基板の取扱いに際して注意が必要になる。また、切断後のガラス基板の端面が切断時の鋭利な状態のままであれば、前記ガラス基板の端面に他の物体が衝突した際に、前記ガラス基板が割れ易いという問題が生じる。このように、切断後のガラス基板に関し、切断面が未処理な状態におけるガラス基板自体の強度の改善が求められている。

[0003] 上述したように、切断後のガラス基板に代表される加工対象物は、加工対象物自体の強度を向上するために、切断面である端面を処理することが好ましい。従来技術の端面処理の一例としては、加工対象物の端面を面取りする手法である。しかしながら、加工対象物であるガラス基板の厚みが０．５ｍｍ以下である場合、前記加工対象物の端面に面取り処理を適用することは一般的には難しい。

[0004] また、従来技術の端面処理の他の例としては、加工対象物の端面を含む端面近傍部分の複数箇所に熱的影響の強い超短パルス状のレーザ光を照射して、加工対象物の端面近傍部分に補強用の加工構造を熱的に作る手法である。補強用の加工構造が加工対象物に作成された場合、加工対象物の曲げ強度などが向上する。しかしながら、切断後の加工対象物の端面近傍部分は、前記

加工対象物の残余部分よりも、割れ要因となる欠陥が多く存在する部分である。このため、加工対象物において割れ要因が潜在的に存在し易い端面近傍部分にレーザ光を直接照射する手法では、レーザ光による加工中に加工対象物が割れてしまうことがある。

[0005] ガラス基板に対するレーザ光を用いた加工に関する従来技術として、特許文献１のガラス板表面傷部の平滑化方法が挙げられる。特許文献１の平滑化方法は、加工対象物であるガラス板を予熱することなしに、所定のパルス距離、所定の照射断面積、および所定の平均パワー密度を満たす炭酸ガスレーザ光線をガラス板の表面傷部に照射して表面を溶融し平滑化する方法である。特に、特許文献１の平滑化方法では、歪点が５００℃ 以上のガラス板に対しては、パルスレーザ光線のパルス距離が１μ秒～５００ｍ秒であり、前記パルスレーザ光線の前記ガラス板に照射される面の照射断面積が０．０００１ｍｍ^2～８０ｍｍ^{2}であり、前記照射される面の断面に照射される前記パルスレーザ光線の平均のパワー密度が２～２５０００００Ｗ／ｍｍ^{2}であることを特徴とする。この結果、ガラス基板の表面近傍のみが軟化され直ちに冷却されるので、ガラス基板の広い範囲の残留応力が低減された状態のまま表面傷部が平滑化される。

[0006] 特許文献１の平滑化方法は、ガラス基板表面上の傷部にレーザ光線を直接照射して、ガラス基板表面を平滑化するための方法である。ゆえに、ガラス基板の表面のレーザ光照射済みの部分は、前記表面の残余部分と同等に平滑化された状態になっている。すなわち、端面処理のために特許文献１の平滑化方法を用いてガラス基板の端面近傍部分のレーザ光を照射した場合、端面近傍部分に補強用の熱的な加工構造は形成されないため、端面加工の効果が得られない。また、特許文献１の平滑化方法が用いられる場合、ガラス基板に照射されるレーザ光が、パルスレーザ光線に特化して条件が限定されているため、他の光源を用いることは困難である。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開２００７－２８４２７０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 本発明の目的は、ガラス基板などで実現される加工対象物に光を照射して加工構造を作成する加工装置において、加工対象物の端面近傍部分の欠陥の増大を引起すことなく、加工対象物の強度を向上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

[0009] 本発明は、板状の加工対象物の表面に光を照射することによって、前記加工対象物の加工を行う加工装置であって、

前記加工対象物に対して照射すべき光を出射する光源と、

前記加工対象物の表面上の前記加工対象物の端面から所定距離だけ内側の位置に、前記光源から出射された光を導光して照射する導光部と、

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むことを特徴とする加工装置である。

[0010] また本発明において、前記導光部は、前記加工対象物の表面上の前記加工対象物の端面からそれぞれ所定距離だけ内側の複数の位置に、前記光源から出射された光をそれぞれ導光することが好ましい。

[0011] さらにまた本発明において、前記導光部は、前記加工対象物の表面上の前記加工対象物の端面から所定距離だけ内側で、かつ前記加工対象物の厚み方向に相互に対面する位置に、前記光源から出射された光をそれぞれ導光して照射させることが好ましい。

[0012] さらにまた本発明において、前記光源と前記導光部との間に介在され、前記光源から出射された光を複数の光路に分岐させる光路分岐部をさらに含み、

前記導光部は、前記光路分岐部によって分岐された複数の光路の光を、前記加工対象物の表面上の複数の位置に、それぞれ導光して照射させることが

好ましい。

[0013] また本発明において、前記光源から前記導光部を経て前記加工対象物の表面に至る光路内に配置される集光レンズと、

前記集光レンズを通過して前記加工対象物の表面に照射される光の集光状態を変化させるための集光状態変化部とをさらに含むことが好ましい。

[0014] さらにまた本発明において、前記加工対象物の表面上における光の照射位置と前記加工対象物の端面との距離は、５０μｍ以上２００μｍ以下であることが好ましい。

発明の効果

[0015] 以上のように本発明によれば、本発明の加工装置は、板状の加工対象物の表面上の加工対象物の端面から所定距離だけ内側の位置に、光源からの光を導光して照射させ、同時に、前記照射された光の照射位置を、照射された光の照射方向に垂直な方向に、加工対象物の表面上を相対的に移動させる。以上の結果、加工対象物の表面上における光の照射位置付近の部分がわずかに溶融され、光照射終了後に溶融された部分が凝固する。このようにして、加工対象物の表面上の端面から所定距離だけ内側の位置に、補強用の線状の加工構造が、光加工を用いて形成される。したがって、加工対象物の端面から所定距離未満の部分に光加工の影響を及ぼすことなく、加工対象物の強度を高めることができる。これによって、光加工後の加工対象物の歩留まりを向上することができる。

[0016] また本発明によれば、本発明の加工装置は、加工対象物の表面上の複数の位置に、光源からの光を導光して照射させる。加工対象物の表面上の各位置における光の照射位置は、加工対象物の端面からそれぞれ所定距離だけ内側である。この結果、加工対象物の表面上で端面から所定距離だけ内側である複数の各位置に、線状の加工構造が光加工を用いてそれぞれ形成される。これによって、加工対象物の端面から所定距離未満の部分に光加工の影響を及ぼすことなく、加工対象物の強度をより高めることができる。また、本発明の加工装置は、前記光加工後の加工対象物の反りなどを防止することができ

る。これらによって、光加工後の加工対象物の歩留まりをより向上することができる。

[0017] 本発明によれば、本発明の加工装置は、加工対象物の端面以外の複数の表面上に、光源からの光を導光して照射させる。加工対象物の各表面上における光の照射位置は、加工対象物の端面からそれぞれ所定距離だけ内側であり、かつ、加工対象物の厚み方向に相互に対面する位置である。この結果、各表面上に照射される照射光を互いに相互作用させることができる。これによって、照射位置が相互に対面していない構成の加工装置よりも、照射位置が相互に対面する本発明の構成の加工装置のほうが、より低いエネルギの光を用いて、加工対象物に所定の加工構造を形成することができる。これによって、本発明の加工装置の使い勝手をさらに向上することができる。

[0018] 本発明によれば、単一の光源からの光を複数の光路に分岐させ、分岐された複数の各光路の光を、加工対象物の端面以外の複数の各表面にそれぞれ導光して照射させる。この結果、加工対象物の各表面に対する照射光に関し、光源の差に起因する各表面上における照射光の強度分布の差の影響を無くすことができる。これによって、加工対象物に対する光照射時に、各表面の光の照射位置近傍の温度上昇の制御がし易くなるため、加工精度をより向上することができる。したがって、光加工後の加工対象物の歩留まりをさらに向上することができる。

[0019] 本発明によれば、集光レンズと集光状態変化部とをさらに含む。集光レンズは、光源から導光部を経て加工対象物の表面に至る光路内に配置される。集光状態変化部は、集光レンズ通過後に加工対象物の表面に照射される光の集光状態を変化させる。これらの結果、集光レンズおよび集光状態変化部による光の集光状態の変化によって、加工対象物の表面上の照射位置における光のエネルギを容易に制御することができる。これによって、加工対象物の加工精度をより向上することができる。

[0020] また、加工対象物の複数の各表面に光が並行して照射される場合、集光レンズおよび集光状態変化部は、光路分岐部から加工対象物の各表面に至る複

数の光路内にそれぞれに設けられることが好ましい。この結果、分岐後の各光路の集光レンズ通過後の光の集光状態を個別に変化させることによって、加工対象物の各表面上の照射位置における光のエネルギを表面毎に個別かつ容易に制御することができる。これによって、加工対象物の加工精度をさらに向上することができる。

[0021] 本発明によれば、加工対象物の表面上の端面近傍部分の幅よりも加工対象物の端面から内側の位置に、光源からの光が導光されて照射され、同時に、導光された光の照射方向に垂直な方向に、前記導光された光の照射位置が加工対象物の表面上を移動する。端面近傍部分は、加工対象物の端面から所定距離未満の部分であって、加工対象物内部において残余部分よりも欠陥率の高い部分である。この結果、加工対象物の表面上において欠陥率の高い端面近傍部分よりも内側に光が照射される。これによって、端面近傍部分の欠陥の光照射に起因する増大を引起すことなく、加工対象物の強度を高めることができる。したがって、加工済の加工対象物の歩留まりを向上することができる。

[0022] 本発明によれば、加工対象物に導光された光の照射位置は、好ましくは、レーザ光の強度に応じて、加工対象物の表面の端面から５０μｍ以上２００μｍ以下の範囲内に設定される。これによって、加工対象物の内部において残余部分よりも欠陥率の高い端面近傍部分を避けつつ、加工対象物の周囲に補強用の加工構造を確実に形成することができる。

図面の簡単な説明

[0023] 本発明の目的、特色、および利点は、下記の詳細な説明と図面とからより明確になるであろう。

[0024] [図1]本発明の第１実施形態である加工対象物の加工装置の構成を示す側面図である。

[図2]第１実施形態の加工装置における加工対象物に対する光照射状態を説明するために加工対象物を模式的に示す平面図である。

[図3]本発明の第２実施形態である加工対象物の加工装置の構成を示す側面図

である。

[図4A]第２実施形態の加工装置における加工対象物に対する光照射状態を説明するための加工対象物の表面側模式図である。

[図4B]第２実施形態の加工装置における加工対象物に対する光照射状態を説明するための加工対象物の端面側模式図である。

[図5]第２実施形態の加工装置で取扱われる加工対象物の他の構成を説明するための加工対象物の端面側模式図である。

[図6]本発明の第３実施形態である加工対象物の加工装置の構成を示す側面図である。

[図7]本発明の第４実施形態である加工対象物の加工装置の構成を示す側面図である。

[図8]本発明の第５実施形態である加工対象物の加工装置の構成を示す側面図である。

発明を実施するための形態

[0025] 図１は、本発明の第１実施形態である加工対象物３の加工装置１の構成を示す側面図である。図２は、第１実施形態の加工装置１で加工される加工対象物３に対する光照射状態を説明するために加工対象物３を模式的に示す平面図である。なお、図１の紙面に垂直な方向を水平なＸ－Ｙ平面、Ｘ－Ｙ平面に垂直な鉛直方向をＺ方向とし、後述の片面用試料配置部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。

[0026] 第１実施形態の加工装置１は、加工対象物３の補強のための端面処理を行うために、加工対象物３の表面４に光を照射する光加工を行う装置である。図１に示す第１実施形態の加工装置１は、加工対象物３の端面５以外の複数の表面４のうちのいずれか片側表面４に、光を照射する。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４は、加工対象物３の端面５を含む仮想平面にそれぞれ交差、たとえば直交する２つの主面である上側表面４ａおよび下側表面４ｂである。

[0027] 第１実施形態の加工装置１は、光源１１と、導光部１２と、照射位置移動

部１３とを少なくとも含む。光源１１は、加工対象物３に対して照射すべき波長の光を出射する。導光部１２は、加工対象物３の表面４上の加工対象物３の端面５から所定の離間距離Ｄだけ内側の位置２１に、光源１１から出射された光を導光して照射する。

[0028] 照射位置移動部１３は、導光部１２から照射された光に対する加工対象物３の位置を、導光部１２から照射された光の照射方向Ｚに垂直な搬送方向Ｙに、相対的に移動させる。このために、照射位置移動部１３は、光源１１から導光部１２を経て加工対象物３に至る光路の少なくとも一部分および加工対象物３のうちの少なくとも一方を移動させる。この結果、加工対象物３の表面４上において、加工対象物３の端面５から所定の離間距離Ｄだけ内側の位置を、照射された光の照射方向Ｚに垂直な搬送方向Ｙに、導光された光の照射位置２１が移動する。

[0029] 加工対象物３の表面４上において、具体的には、光の照射位置２１および照射位置２１の周囲を含む照射範囲２２内に、導光された光が照射される。加工対象物３の表面４上に対する光照射に伴い、加工対象物３の表面４上の光の照射位置２１付近から加工対象物３内部に至る温度上昇範囲２３に、光照射に起因する熱が伝導される。加工対象物３の温度上昇範囲２３とは、詳しくは、加工対象物３の表面４上の照射範囲２２を上面として、照射範囲２２から加工対象物３の内部方向に向かって光照射に起因する熱が伝導される部分を指す。

[0030] 温度上昇範囲２３への熱伝導に伴い、加工対象物３の温度上昇範囲２３の表面４側の少なくとも一部分がわずかに溶融される。光の照射位置２１の移動に伴い、加工対象物３の温度上昇範囲２３も移動する。照射位置２１の移動後、加工対象物３の表面４側の溶融部分が再び凝固する。これらの結果、加工対象物３の表面４上の端面５から所定の離間距離Ｄだけ内側の位置に、照射された光によって溶融加工された線状の加工構造２４が形成される。これによって、第１実施形態の加工装置１は、加工対象物３の端面５から離間距離Ｄ未満の部分に光照射の影響を直接及ぼすことなく、加工対象物３の強

度を高めることができる。

[0031] 加工対象物３は、たとえば、１枚の部材を所定の大きさに切断して得られる。切断によって得られた加工対象物３の内部において、切断面である端面５およびその近傍である端面近傍部分６は、加工対象物３の端面近傍部分６以外の残余部分よりも欠陥率が高いことが多い。そこで、第１実施形態の加工装置１において、好ましくは、加工対象物３の表面４上における光の照射位置２１が、加工対象物３の表面４上において端面近傍部分６よりも加工対象物３の表面４の中心に近い位置に設定される。

[0032] すなわち、上述の構成である第１実施形態の加工装置１において、加工対象物３の表面４上であって上述の端面近傍部分６よりも端面５から内側の位置に、光源１１からの光が導光されて照射され、同時に、導光された光の照射方向Ｚに垂直な搬送方向Ｙに、照射された光の照射位置２１が、加工対象物３の表面４上を移動する。

[0033] この結果、加工対象物３の表面４上の端面近傍部分６よりも内側の位置に光が照射されるため、加工対象物３の端面近傍部分６の欠陥率が残余部分よりも高い場合、第１実施形態の加工装置１は、光照射に起因する端面近傍部分６の欠陥の増大を引起すことなく、加工対象物３の強度を高めることができる。したがって、第１実施形態の加工装置１は、加工対象物３を破損させることなく安全に、加工後の加工対象物３の歩留まりを向上させることができる。

[0034] 上述したように、光源１１からの光が加工対象物３の表面４上に対して照射される場合、加工対象物３の表面４上における光の照射位置２１では、詳しくは、光源１１から加工対象物３の表面４に至る光路９の軸線と加工対象物３の表面４との交点を中心として、略円形または略楕円形の照射範囲２２内に光が照射される。加工対象物３の表面４上における照射光の強度と加工対象物３の表面４上の照射範囲２２の大きさとに応じて、温度上昇範囲２３の上面面積および深さならびに温度上昇範囲２３の光照射時の温度上昇の度合いが定められる。なお、加工対象物３の温度上昇範囲２３の上面は、照射

光の強度および照射光の光束のビーム径に応じて、加工対象物３の表面４上の照射範囲２２よりも拡大縮小していてもよい。また、加工対象物３の材質と温度上昇範囲２３の大きさおよび温度上昇範囲２３の光照射時の温度上昇の度合いに応じて、加工対象物３の表面４側の溶融部分の面積ならびに深さが定められる。

[0035] 光源１１は、たとえば、加工対象物３に対する光照射時に加工対象物３の表面４上の照射位置２１付近の温度上昇範囲２３の一部分を溶融可能な程度のエネルギを持つ光を出射可能な構成を有する。上述の条件を満たす光としては、加工対象物３の材質および構成に応じて、たとえば、赤外線、紫外線、可視光、およびその他の波長範囲の電磁波など、どのような光および電磁波であってもよい。また光源１１は、好ましくは、加工時に照射範囲２２および強度の調整がし易くなるように、所定波長のレーザ光を出射するレーザ光源１１で実現される。

[0036] 第１実施形態の加工装置１において、光照射を用いた加工対象物３の加工状態の制御は、加工対象物３の表面４上における照射光のエネルギを制御することで行われる。加工対象物３の表面４上における照射光のエネルギの増減に伴い、加工対象物３の表面４の照射範囲２２から内部に至る温度上昇範囲２３の面積および深さが増減し、同時に、加工対象物３の温度上昇範囲２３内の温度上昇量が増減する。この結果、加工対象物３の表面４上における照射光のエネルギの増減に伴い、光照射に起因する加工対象物３の温度上昇範囲２３内の溶融部分の面積および深さが増減するため、光照射によって形成される加工構造２４の大きさが増減することになる。

[0037] たとえば、第１実施形態の加工装置１の光源１１が出射光の強度が可変な構成である場合、加工対象物３の表面４上における照射光のエネルギの増減は、光源１１から出射される光自体の強度を増減することで制御される。またたとえば、第１実施形態の加工装置１の出射光の強度が所定強度に固定される場合、加工対象物３の表面４上における照射光のエネルギの増減は、加工対象物３の表面４上における照射光の集光状態を変化することで制御され

る。加工対象物３の表面４上における照射光のエネルギは、具体的には、加工対象物３の表面４の照射範囲２２内の照射光の強度分布によって表される。照射光の集光状態は、照射光の照射範囲２２の大きさ、照射範囲２２内の照射光の強度分布などに影響する。

[0038] 第１実施形態の加工装置１は、好ましくは、加工対象物３の表面４上における照射光のエネルギの制御のために、集光レンズ１５および集光状態変化部１６をさらに含む。集光レンズ１５は、光源１１から導光部１２を経て加工対象物３の表面４に至る光路９内のいずれかの位置に配置される。集光状態変化部１６は、集光レンズ１５通過後に加工対象物３の表面４に照射される光の集光状態を変化させる。

[0039] すなわち、第１実施形態の加工装置１は、加工対象物３の表面４上の照射位置２１において所謂デフォーカスの状態を意図的に作り、デフォーカス状態を制御することによって、デフォーカスの効果による照射光のエネルギ制御を可能にする。デフォーカス状態とは、フォーカスがあっていない状態、すなわち加工対象物３の表面４上の照射位置２１と集光レンズ１５の焦点とがずれている状態である。詳しくは、集光レンズ１５に対する入射光のエネルギが固定であれば、集光レンズ１５の焦点と加工対象物３の表面４上の照射位置２１との間隔の増加に伴い、集光レンズ１５通過後の光による加工対象物３の表面４上の照射範囲２２が拡大するため、照射範囲２２内の単位面積当たりの照射光のエネルギが減少する。

[0040] 上述したように、第１実施形態の加工装置１は、加工対象物３の表面４上の照射位置２１における光の集光状態の変化によって、加工対象物３の表面４上における照射光のエネルギを容易に制御することができる。これによって、第１実施形態の加工装置１は、簡単な構成を用いて、加工対象物３の光加工精度をより向上させることができる。また集光レンズ１５および集光状態変化部１６を用いて集光状態を変化させる構成の第１実施形態の加工装置１は、出射光の強度が固定である光源１１を利用可能である。ゆえに、集光レンズ１５および集光状態変化部１６を含む構成の第１実施形態の加工装置

１は、出射光の強度が可変である光源１１を用いる構成の加工装置よりも、光源１１の構成を簡略化することができる。

[0041] また第１実施形態の加工装置１において、集光レンズ１５を用いる集光状態の変化は、光源１１から導光部１２および集光レンズ１５を経て加工対象物３の表面４に至る光路９内における集光レンズ１５と加工対象物３の表面４上の照射位置２１との位置関係の変化、集光レンズ１５自体の厚みの変化、集光レンズ１５内の光の通過位置の変化、および集光レンズ１５の屈折率の変化などの少なくとも１つで実現される。また、光路９内の集光レンズ１５と照射位置２１との位置関係の変化は、所定長さの光路９内の集光レンズ１５の位置の変化、および光路９自体の長さの変化の少なくとも一方で実現される。

[0042] 第１実施形態の加工装置１の図１の具体例では、第１実施形態の加工装置１は、光路９内の集光レンズ１５と加工対象物３の表面４上の照射位置２１との位置関係を変化することで、集光状態を変化させている。このため、光路９内の集光レンズ１５の位置が可変であり、かつ、光路９の長さが可変になるように、導光部１２の少なくとも一部の部品の位置が可変に構成される。これによって、集光レンズ１５および導光部１２の部品の位置変化という比較的簡単かつ精密な制御が可能な手法で光の集光状態が変化させられるので、第１実施形態の加工装置１は、加工対象物３の表面４上における照射光のエネルギを簡単かつ精密に制御することができる。これによって、第１実施形態の加工装置１は、簡単な構成を用いて、加工対象物３の光加工精度をさらに向上させることができる。

[0043] 図２の加工対象物３の模式図は、加工対象物３を光の照射方向Ｚから見た図である。加工対象物３の表面４上において端面５から上述の端面近傍部分６の幅よりも広い所定の離間距離Ｄだけ内側の位置に、光がスポット状に照射される。スポット状の光の照射範囲２２は、加工対象物３の表面４上の上述の離間距離Ｄだけ端面５から離れた位置を、加工対象物３の端面５に沿って移動し、スポット状の光の照射範囲２２の移動軌跡２６と同等の形状であ

る線状の加工構造２４が形成される。線状の加工構造２４の幅は、たとえば、スポット状の光の照射範囲２２の移動軌跡２６と直交する方向の幅に応じて定められる。光源１１からの光の強度が固定であれば、スポット状の光の照射範囲２２の大きさは、光の集光状態に応じて変化する。

[0044] 図２の例では、端面５の一端側から他端側へ端面５に沿って光の照射位置２１が移動している途中を示す。照射位置２１が端面５に沿って移動軌跡２６の中で照射位置２１が既に通過した部分は加工対象物３の表面４がスポット状に溶融し凝固しているので、線状の加工構造２４の一部分が形成されている。なお図２の例では、加工構造２４の未形成の残余部分を２点破線で示している。

[0045] 第１実施形態の加工装置１において、加工対象物３は、光照射の対象となる表面４と、前記表面４と交差する端面５とを有する形状であればよい。具体例としては、ガラス基板などの略板状の部材が挙げられる。加工対象物３の表面４上の光の照射位置２１の移動軌跡２６は、加工対象物３の表面４の周囲を１周していてもよく、加工対象物３の周囲の一部分だけであってもよい。

[0046] 第１実施形態の加工装置１において、加工対象物３がガラス基板で実現される場合、具体的には、１枚のマザーガラスを複数の小片に切断して、各小片を加工対象物３であるガラス基板として用いる。ガラス基板小片化の際の切断などの加工ダメージなどに起因して、ガラス基板の端面５から内側に幅５０μｍ程度の部分には、一般的に、微小なクラックや微小な欠けが発生し易い。曲げあるいは衝撃などの外力がガラス基板に加えられた場合、これら微小なクラックおよび微小な欠けのある箇所をきっかけに、ガラス基板の強度が相対的に下がることが多い。すなわち、ガラス基板の端面５から内側に距離５０μｍの部分が、加工対象物３内部において残余部分よりも欠陥率の高い端面近傍部分６に相当する。そこで、好ましくは、第１実施形態の加工装置１は、加工対象物３の表面４上であって端面５から５０μｍ以上内側の位置に、光源１１からの光を導光して照射する。

[0047] 第１実施形態の加工装置１において、光源１１から出射される光は、具体的には、レーザ光で実現される。加工対象物３の表面４に照射されるレーザ光によって加工対象物３が影響される有効範囲は、一般的に、レーザ光の集光中心からレーザ光のビーム径の半分の３倍付近となる。加工対象物３がガラス基板で実現される場合、第１実施形態の加工装置１は、レーザ光でガラス基板の表面４を微小溶融させる必要があるため、好ましくは、集光レンズ１５として、開口数（Numerical Aperture、ＮＡ）が０．１以下の集光レンズ１５を用いることが好ましい。開口数が０．１の集光レンズ１５が用いられる場合、１／ｅ^{2}の強度で規定すると、レーザ光の集光時のスポット径は、最大で１００μｍ近傍になる。このため、好ましくは、第１実施形態の加工装置１においてレーザ光を照射可能な有効範囲の加工対象物３の表面４の中心側の限度は、ガラス基板である加工対象物３の端面５から内側に距離５０μｍからさらにレーザ光集光時のスポット径の半分の３倍、すなわち２００μｍとなる。

端面側限度＝５０μｍ

中心側限度＝５０μｍ＋１００μｍ／２×３＝２００μｍ　…（１）

[0048] 以上説明したように、第１実施形態の加工装置１において、加工対象物３の表面４上における光の照射位置２１と加工対象物３の端面５との離間距離Ｄは、好ましくは、レーザ光の強度に応じて、加工対象物３の表面４上において端面５から５０μｍ以上２００μｍ以下の範囲内に設定される。これによって、第１実施形態の加工装置１は、加工対象物３の内部において残余部分よりも欠陥率の高い端面近傍部分６を避けつつ、加工対象物３の端面５の傍に補強用の加工構造２４を確実に形成することができる。

[0049] 再び図１を参照する。以下に、第１実施形態の加工装置１の具体的な一例を、以下に説明する。図１の具体例では、光源１１からの光をレーザ光とし、加工対象物３としてガラス基板を用いている。なお、本明細書の説明では、光源１１から加工対象物３の表面４に至る光路９を「光源－表面間の光路９」と略称することがある。また、光路９内を通過する光の進行方向を基準

として、光路９内の光進行方向の光源側を「光路起点側」、光路９内の光進行方向の最終の集光点側を「光路終点側」と称する。

[0050] 前述したように、第１実施形態の加工装置１は、光源１１と導光部１２と照射位置移動部１３とを最低限含み、好ましくは集光レンズ１５と集光状態変化部１６とを含む。図１の具体例では、導光部１２が１または複数の反射鏡３１を含み、照射位置移動部１３が片面用試料配置部３２および搬送ステージ３３を含み、集光状態変化部１６が光学ベース３４およびレンズ位置調整用フォルダ３５をさらに含む。図１の具体例では、導光部１２の反射光は１つである。集光レンズ１５は、レンズ位置調整用フォルダ３５内に収納されている。

[0051] 光源－表面間の光路９内において、光源１１よりも光路終点側に、導光部１２の１または複数の反射鏡３１が順次配置される。導光部１２の１以上の反射鏡３１は、光源１１から出射された光を順次反射させて、加工対象物３の表面４に導光する。この結果、光源－表面間の光路９は、導光部１２の１以上の反射鏡３１で折曲げられつつ、加工対象物３の表面４に至る。

[0052] 集光レンズ１５およびレンズ位置調整用フォルダ３５は、光源－表面間の光路９内において、加工対象物３の表面４に対する集光レンズ１５の位置を、光路９に沿う方向に移動可能に構成される。図１の具体例では、集光レンズ１５およびレンズ位置調整用フォルダ３５は、光源－表面間の光路９内の光源１１から導光部１２の光路最終点側の反射鏡３１ｎまでの光路部分内に配置されている。

[0053] 光源－表面間の光路９の長さが固定である場合、第１実施形態の加工装置１は、光源－表面間の光路９内の集光レンズ１５の位置を調整することで、加工対象物３の表面４上の照射位置２１における光の集光状態を制御する。具体的には、レンズ位置調整用フォルダ３５内の集光レンズ１５の位置を調整することで、光源－表面間の光路９内の集光レンズ１５の位置が調整される。またレンズ位置調整用フォルダ３５自体が光源－表面間の光路９内を移動してもよい。

[0054] 導光部１２の１以上の反射鏡３１のうちの少なくとも１つの反射鏡３１が光源－表面間の光路９内の集光レンズ１５よりも光路終点側に位置する場合、集光レンズ１５よりも光路終点側の反射鏡３１のうちの１以上の反射鏡３１が、光学ベース３４に固定される。

[0055] 図１の具体例では、導光部１２の反射鏡３１と所定の位置関係を保つ状態で光源１１が光学ベース３４にさらに固定され、光学ベース３４上の光源１１と導光部１２の反射鏡３１との間に、集光レンズ１５およびレンズ位置調整用フォルダ３５が位置移動可能に配置される。

[0056] 光源－表面間の光路９内において、光源１１から集光レンズ１５を経て光学ベース３４上の反射鏡３１に至る光路部分の長さを保ったまま、光学ベース３４上の反射鏡３１から加工対象物３の表面４に至る光路部分の長さが増減するように、光学ベース３４および光学ベース３４上の反射鏡３１が加工対象物３の表面４に対して近接離反する。なお、光学ベース３４上の反射鏡３１と加工対象物３の表面４との間に集光レンズ１５よりも光路終点側の反射鏡３１のうちの他の反射鏡３１が介在される場合、光学ベース３４および光学ベース３４上の反射鏡３１は前記他の反射鏡３１に対して近接離反する。

[0057] このように、第１実施形態の加工装置１は、集光レンズ１５よりも光路終点側の反射鏡３１の位置移動に応じて、光源－表面間の光路９内の集光レンズ１５よりも光路終点側の光路部分の長さを増減させる。これによって、第１実施形態の加工装置１は、加工対象物３の表面４上の光の照射位置２１における集光状態を、さらに制御することができる。

[0058] 照射位置移動部１３は、光の光路および加工対象物３の少なくとも一方を移動させることによって、加工対象物３の表面４上の光の照射位置２１を移動させる。図１の例では、光源１１から加工対象物３の表面４に至る光路９は光の集光状態の調整時にだけ移動されており、実際の光照射時には、光路９は固定されて加工対象物３が移動される。

[0059] 図１の具体例において、ガラス基板である加工対象物３は、光加工すべき

表面４が導光部１２の光路最終点側の反射鏡３１ｎと対面するように、片面用試料配置部３２によって保持される。搬送ステージ３３は、片面用試料配置部３２を所定の搬送方向Ｙに移動可能に構成される。搬送ステージ３３は、加工対象物３に対する光照射時に、加工対象物３を保持中である片面用試料配置部３２を所定の搬送方向Ｙに移動させる。この結果、加工対象物３に対する光照射に起因する加工構造２４が、加工対象物３の端面５に沿う線状の形状で形成される。

[0060] 搬送ステージ３３による片面用試料配置部３２の搬送方向Ｙは、加工対象物３に照射される光の照射方向Ｚに垂直な方向であり、かつ、片面用試料配置部３２に保持された状態の加工対象物３の端面５からの照射位置２１の離間方向Ｘとも直交する。図１の具体例において、片面用試料配置部３２によって保持中の加工対象物３の表面４の法線方向が、加工対象物３の表面４に照射される光の照射方向Ｚと略平行であり、搬送ステージ３３による片面用試料配置部３２の搬送方向Ｙが、前記保持中の加工対象物３の端面５に沿う方向である。

[0061] 第１実施形態の加工装置１の図１の具体例における加工手順を、以下に説明する。まず、光源１１から、所定のビーム径のレーザ光が出射される。出射されたレーザ光は、集光レンズ１５に入射して集光される。加工対象物３の温度上昇範囲２３が必要充分な面積および深さで溶融するように、光源－表面間の光路９の長さおよび光源－表面間の光路９内の集光レンズ１５の位置が、予め調整されている。

[0062] 集光レンズ１５通過後、レーザ光は、導光部１２の１以上の反射鏡３１によって順次反射されて、ガラス基板である加工対象物３の表面４上の端面近傍部分６よりも加工対象物３の表面４における中心側の照射位置２１に、導光されて照射される。加工対象物３に対するレーザ光照射と並行して、加工対象物３自身の端面５に略平行な搬送方向Ｙに、加工対象物３が相対的に移動される。

[0063] これらの結果、加工対象物３の表面４上の光の照射位置２１が端面５から

所定の離間距離Ｄだけ離れつつ端面５に略平行な方向Ｙに移動するため、加工対象物３の温度上昇範囲２３が移動しつつ、加工対象物３の温度上昇範囲２３内の表面４近傍の部分が微小に溶融される。レーザ光の照射終了後、温度上昇範囲２３内の溶融部分が再び凝固する。このように、加工対象物３の表面４において、端面５から離間距離Ｄだけ離れた位置にスポット状の微小な溶融部分が連続して発生するため、加工対象物３の端面５から離間距離Ｄだけ離れた位置に、端面５に略平行な線状の加工構造２４が形成される。

[0064] 図１の具体例において、マザーガラスなどから分割されて得られるガラス基板が加工対象物３である場合、切断面であるガラス基板の端面５から離間距離Ｄ未満の部分である端面近傍部分６に、レーザ光の照射などの熱衝撃が直接与えられる状況下で溶融時に割れなどの欠陥が進行し易い要因が含まれることがある。

[0065] 上述したように、図１の具体例では、ガラス基板である加工対象物３においてレーザ光の照射によって加熱される温度上昇範囲２３が、加工対象物３の端面近傍部分６よりも表面４の中心に近い位置に限定されている。これによって、端面近傍部分６にレーザ光照射による熱衝撃が直接加わらないので、第１実施形態の加工装置１は、端面近傍部分６の欠陥の原因要素の進展を防止しつつ、加工対象物３を補強することができる。特に、加工対象物３の端面近傍部分６に上述の原因要素が含まれる場合、第１実施形態の加工装置１を用いた加工手法は、加工対象物３の有効な強度改善手法である。

[0066] より具体的には、図１の具体例において、第１実施形態の加工装置１は、レーザ光に対して加工対象物３を相対的に移動させつつ、加工対象物３の表面４上において端面近傍部分６よりも内側の位置に、レーザ光を照射する。この結果、加工対象物３の端面近傍部分６よりも内側に、スポット状の微小溶融部分が連続的に発生して凝固する。ゆえに、加工対象物３において割れなどの欠陥の原因要素がある可能性が高い端面近傍部分６よりも内側に、溶融凝固による線状の加工構造２４が形成される。

[0067] このような線状の加工構造２４が加工対象物３の表面４上の端面近傍部分

６よりも内側に形成されると、加工対象物３の端面近傍部分６に１本の強い柱が入ったかのような補強効果が得られる。これによって、線状の加工構造２４を有する加工後の加工対象物３は、加工前の加工対象物３よりも、線状の加工構造２４に沿った曲げに対する曲げ強度が向上する。

[0068] 線状の加工構造２４が形成されることで曲げ強度が向上する要因の１つとして、図１の手順のレーザ光照射による光加工によって、加工対象物３の端面近傍部分６に発生しているマイクロクラックと呼ばれる微小欠陥の影響が残余部分に進展することが防止されることが挙げられる。また線状の加工構造２４が形成されることで曲げ強度が向上する要因の他の１つとして、端面近傍部分６に発生している微小な欠けなどが生じた箇所がわずかに溶融するなど、端面近傍部分６内に微小な構造変化が起こっていることが挙げられる。

[0069] 図１の具体例において、第１実施形態の加工装置１の光源１１は、前述したように、ガラス基板である加工対象物３の表面４に対する光照射によって加工対象物３の光の温度上昇範囲２３の一部分を溶融可能な程度のエネルギを有するレーザ光を出射する。一例としては、加工対象物３がガラス基板であるので、軟化点の高い材料の加工に適した炭酸ガスレーザ光源１１が光源１１として用いられる。また一例としては、ガラス基板である加工対象物３の温度上昇範囲２３の一部分を溶融に足る高温まで加熱するために、具体的には、１～９W以上の出力を有するレーザ光源１１が、光源１１として用いられる。図１の具体例では、波長１０．６μｍのレーザ光を出射する炭酸ガスレーザ光源１１を、光源１１として用いる。

[0070] 第１実施形態の加工装置１の図１の具体例において、スポット状の微小溶融を発生させるスポット溶融加工を連続して行うには、加工対象物３の材質とレーザ光の出力と加工対象物３の表面４上の照射位置２１の移動速度とを適切に組合わせる必要がある。第１実施形態の加工装置１の具体例では、ガラス基板である加工対象物３の端面５から１５０μｍ内側の位置に、出力が１．０W以上１．５W以下の範囲のレーザ光が照射され、かつ照射位置２１

の移動速度が１ｍｍ／ｓ以上３ｍｍ／ｓになるように加工対象物３が相対的に移動される。このような条件下でスポット溶融加工が連続的に行われると、加工後の加工対象物３の曲げ強度が、過去前の加工対象物３の曲げ強度よりも、１．１倍以上１．３倍以下に改善される。これによって、第１実施形態の加工装置１は、加工後の加工対象物３をより確実に補強することができる。

[0071] 図３は、本発明の第２実施形態である加工対象物３の加工装置４１の構成を示す側面図である。図４Ａおよび図４Ｂは、第２実施形態の加工装置４１で加工される加工対象物３に対する光照射状態を説明するための加工対象物３の模式的な平面図および側面図である。図３および図４Ａおよび図４Ｂを合わせて説明する。なお、第２実施形態の加工装置４１の構成要素のうち、第１実施形態の加工装置１の構成要素と同等である構成要素には、第１実施形態の構成要素と同じ参照符を付し、詳細な説明は省略する。

[0072] 第２実施形態の加工装置４１は、加工対象物３の端面処理のために、加工対象物３の表面４上の複数の位置に対して光を導光し照射することによって、光加工を行う。第２実施形態の加工装置４１は、光源１１と、導光部１２と、照射位置移動部１３とを最低限含む。光源１１は、加工対象物３に対して照射すべき光を出射する。導光部１２は、加工対象物３の表面４上の加工対象物３の端面５からそれぞれ所定の離間距離Ｄだけ内側の複数の位置に、光源１１から出射された光をそれぞれ導光して照射させる。照射位置移動部１３は、導光部１２によって照射された複数の光路の光に対する加工対象物３の位置を、前記照射された光の照射方向Ｚに垂直な搬送方向Ｙに、相対的に移動させる。

[0073] この結果、加工対象物３の表面４上の端面５から所定の離間距離Ｄだけ内側を、導光された光の照射方向Ｚに垂直な搬送方向Ｙに、照射された複数の光路の光の照射位置２１がそれぞれ移動する。加工対象物３の表面４上の各照射位置２１に対する光照射に起因して、加工対象物３の各照射位置２１付近から加工対象物３内部に至る温度上昇範囲２３に、光照射に起因する熱が

それぞれ伝導される。この結果、加工対象物３の表面４上の端面５よりも所定の離間距離Ｄだけ内側の複数の位置に、照射された光によって溶融加工された線状の加工構造２４がそれぞれ得られる。これによって、第２実施形態の加工装置４１は、加工対象物３の端面５から所定の離間距離Ｄ未満の部分に光照射の影響を端面５に及ぼすことなく、加工対象物３の強度をより高めることができる。

[0074] また第２実施形態の加工装置４１は、加工対象物３の表面４上の複数の位置に対して、光加工を並行して行う。このため、加工対象物３の複数の位置に対する光加工が必要である状況下では、加工対象物３の表面４上の単一の位置だけに光加工を行う第１実施形態の加工装置１を用いて加工対象物３の複数の各位置に光加工を個別に行う場合よりも、第２実施形態の加工装置４１を用いて加工対象物３の表面４上の複数の各位置に光加工を並行して行う場合のほうが、加工対象物３全体の光加工に要する時間が短縮される。

[0075] 第２実施形態の加工装置４１は、好ましくは、光加工の為に、加工対象物３の端面５以外の複数の各表面４上の端面５からそれぞれ所定の離間距離Ｄだけ内側の位置に、光を導光し照射させる。図３の例では、第２実施形態の加工装置４１は、加工対象物３の相対する２つの表面４上の位置に、光を照射している。

[0076] 板状の加工対象物３の相対する複数の表面４のいずれか片側表面４だけに光照射を用いた光加工が施される場合、加工対象物３の片側表面４だけに微小溶融が起こることになるので、溶融箇所が冷える際に加工対象物３に反りなどの原因となる残留応力が発生する可能性がある。しかしながら、第２実施形態の加工装置４１のように板状の加工対象物３の複数の表面４の両方に前記光加工が施される場合、加工対象物３の複数の表面４の両方に同様の微小溶融が起こることになるため、残留応力の発生が抑えられる。ゆえに、第２実施形態の加工装置４１は、光加工後の加工対象物３の反りなどを防止することができるため、光加工の歩留まりが向上する。

[0077] また、図５で示すように、加工対象物３が複数の部材を貼合わせた構成で

ある場合、加工対象物３の端面５以外の複数の表面４は、貼合わせた複数の各部材の表面に相当する。図５の例では、２枚の板状の部材４３，４４が接着層４５を介して厚み方向に貼合わされている。第２実施形態の加工装置４１は、上述の場合、貼合わされた複数の各部材４３，４４の表面に、並行して光をそれぞれ照射させる。これによって、第２実施形態の加工装置４１は、加工対象物３の貼合わせた各部材４３，４４に対する光加工の状態を個別に制御することが容易となる。

[0078] 第２実施形態の加工装置４１において、また好ましくは、導光部１２が、加工対象物３の端面５以外の複数の各表面４ａ，４ｂ上の端面５から所定の離間距離Ｄだけ内側であって、かつ加工対象物３の厚み方向において相互に対面する位置２１ａ，２１ｂに、光源１１から出射された光をそれぞれ導光して照射させる。加工対象物３の厚み方向は、加工対象物３の複数の各表面４ａ，４ｂに垂直な方向であり、光の照射方向Ｚと略平行である。

[0079] これによって、第２実施形態の加工装置４１は、加工対象物３に対する光加工時に、加工対象物３の厚さを利用することが可能になる。たとえば、第２実施形態の加工装置４１は、加工対象物３の各表面４ａ，４ｂ上における光の照射位置２１ａ，２１ｂを厚み方向に相互に対面させることによって、各表面４ａ，４ｂに対する照射光を相互作用させることができる。この結果、各表面４ａ，４ｂ上における光の照射位置２１ａ，２１ｂが相互に対面していない場合よりも、各表面４上における光の照射位置２１が相互に対面する第２実施形態の場合のほうが、より低いエネルギの光を用いて、加工対象物３に所定の加工構造２４を形成することができる。

[0080] 第２実施形態の加工装置４１において、また好ましくは、導光部１２が、加工対象物３の複数の各表面４ａ，４ｂ上の端面５から相互に異なる所定の離間距離Ｄａ，Ｄｂだけ内側であって、かつ加工対象物３の厚み方向に異なる位置２１ａ，２１ｂに、光源１１から出射された光をそれぞれ導光して照射させる。これによって、第２実施形態の加工装置４１は、加工対象物３に対する光加工時に、各表面４ａ，４ｂに対する照射光の相互の影響を防ぐこ

とができる。この結果、第２実施形態の加工装置４１は、加工対象物３の複数の表面４を同時に光加工しつつ、各表面４の光加工による温度制御をより高い精度で制御することができるため、加工精度がより向上する。

[0081] さらにまた第２実施形態の加工装置４１は、好ましくは、第１実施形態と同様に、集光レンズ１５および集光状態変化部１６をさらに含む。加工対象物３の複数の各表面４に光が並行して照射される場合、より好ましくは、集光レンズ１５および集光状態変化部１６は、加工対象物３の各表面４に至る複数の光路内にそれぞれに設けられる。この結果、光源－各表面間の光路９毎に、集光レンズ１５通過後の光の集光状態が個別に変化可能になる。ゆえに、第２実施形態の加工装置４１は、加工対象物３の各表面４上における照射光のエネルギを、表面４毎に個別かつ容易に制御することができる。これによって、第２実施形態の加工装置４１は、加工対象物３の加工精度をさらに向上させることができる。

[0082] 第２実施形態の加工装置４１における加工対象物３に対する光照射の詳細な影響を、図４Ａおよび図４Ｂを参照して、以下に説明する。

[0083] 図４Ａおよび図４Ｂの説明は、加工対象物３の端面５以外の複数の表面４のうちの相互に対面する上側表面４ａおよび下側表面４ｂに光が照射される状況を例とする。上側表面４ａ上および下側表面４ｂ上における光の照射位置２１ａ，２１ｂは、各表面４ａ，４ｂ上において加工対象物３の端面５から所定の離間距離Ｄだけ内側であって、かつ、加工対象物３の厚み方向において相互に対面する。

[0084] なお、本明細書の説明において、「厚み方向下向き」とは、加工対象物３の厚み方向と平行な向きであって、かつ加工対象物３の上側表面４ａから下側表面４ｂに向かう向きを指す。また「厚み方向上向き」とは、加工対象物３の厚み方向と平行な向きであって、かつ加工対象物３の下側表面４ｂから上側表面４ａに向かう向きを指す。なお、本明細書の説明では、複数の各表面４ａ，４ｂを「各表面４」と総称し、複数の各照射位置２１ａ，２１ｂを「照射位置２１」と総称し、複数の光路９ａ，９ｂを「光路９」と総称する

ことがある。

[0085] 上述の状態において、加工対象物３の上側表面４ａに対する光照射に起因する熱は、加工対象物３の上側表面４ａ上の光の照射範囲２２ａから厚み方向下向きに、加工対象物３の内部を伝導する。ゆえに、加工対象物３の上側表面４ａに対する光照射に起因する熱は、加工対象物３の上側表面４ａ側の温度上昇範囲２３ａの温度を上昇させるだけでなく、加工対象物３の下側表面４ｂ側の温度上昇範囲２３ｂの温度上昇にも寄与する。同様に、加工対象物３の下側表面４ｂに対する光照射に起因する熱は、加工対象物３の下側表面４ｂ上の光の照射範囲２２ｂから厚み方向上向きに、加工対象物３の内部を伝導する。ゆえに、加工対象物３の下側表面４ｂに対する光照射に起因する熱は、加工対象物３の下側表面４ｂの温度上昇範囲２３ｂの温度を上昇させるだけでなく、加工対象物３の上側表面４ａ側の温度上昇範囲２３ａの温度上昇にも寄与する。

[0086] 以上の結果、加工対象物３の上側表面４ａおよび下側表面４ｂに対する光照射に起因する熱は、加工対象物３の下側表面４ｂおよび上側表面４ａに対する光加工をそれぞれ補助することになる。ゆえに、第２実施形態の加工装置４１は、光加工に起因する加工対象物３に対する応力の影響を緩和しながら、加工対象物３の上側表面４ａ側の温度上昇範囲２３および下側表面４ｂ側の温度上昇範囲２３ｂ内の温度を充分に上昇させることができる。すなわち、第２実施形態の加工装置４１は、加工対象物３の上側表面４ａ側の温度上昇範囲２３および下側表面４ｂ側の温度上昇範囲２３ｂの温度を、より精密に制御することができる。

[0087] 上述の第２実施形態の加工装置４１において、詳しくは、加工対象物３の上側表面４ａに対する照射光は、加工対象物３の上側表面４ａ側の温度上昇範囲２３ａ内のうちの端面近傍部分６の上側表面４ａ側の一部分の近傍の範囲部分に対する光加工に対して主に働く。また、加工対象物３の下側表面４ｂに対する照射光は、加工対象物３の上側表面４ａだけに光が照射される状況下の上側表面４ａ側の温度上昇範囲２３ａよりも、加工対象物３の上側表

面４ａ側の温度上昇範囲２３ａを広げる効果を有する。同様に、上述の第２実施形態の加工装置４１において、詳しくは、加工対象物３の下側表面４ｂに対する照射光は、加工対象物３の下側表面４ｂ側の温度上昇範囲２３内のうちの端面近傍部分６の下側表面４ｂ側の一部分の近傍の範囲部分に対する光加工に対して主に働く。また、加工対象物３の上側表面４ａ側に対する照射光は、加工対象物３の下側表面４ｂだけに光が照射される状況下の下側表面４ｂ側の温度上昇範囲２３よりも、加工対象物３の下側表面４ｂ側の温度上昇範囲２３を広げる効果を有する。

[0088] これらの結果、加工対象物３の端面近傍部分６よりも内側を僅かに溶融させる光加工時に際し、加工対象物３の上側表面４ａおよび下側表面４ｂに光をそれぞれ照射する第２実施形態の加工装置４１は、加工対象物３の下側表面４ｂだけに光を照射する従来の構成の加工装置よりも、加工対象物３の上側表面４ａ上ならびに下側表面４ｂ上における照射光の強度をそれぞれ相対的に低くすることができる。これらによって、加工対象物３の上側表面４ａおよび下側表面４ｂの両方に光を照射する構成である第２実施形態の加工装置４１は、加工対象物３の上側表面４ａおよび下側表面４ｂのうちの片側だけに光を照射する構成である加工装置よりも、加工対象物３に対する光照射に起因する熱応力差に基づく加工対象物３に対する影響を緩和することができる。ゆえに、第２実施形態の加工装置４１は、後者の構成の加工装置よりも、加工対象物３に対する光加工における温度制御の制約を減らすことができる。したがって、第２実施形態の加工装置４１の使い勝手がさらに向上する。また、第２実施形態の加工装置４１は、加工対象物３の加工後の歩留まりをさらに向上させることができる。

[0089] 再び図３を参照する。第２実施形態の加工装置４１の具体的な一例を、以下に説明する。図３の具体例では、図１の具体例と同様に、光源１１からの光をレーザ光とし、加工対象物３としてガラス基板を用いている。本明細書の説明に際し、光源１１から加工対象物３の各表面４に至る光路９を「光源－各表面間の光路９」と略称することがある。

[0090] 図３の具体例において、第２実施形態の加工装置４１は、複数の光源１１と複数の導光部１２と照射位置移動部１３とを最低限含み、好ましくは複数の集光レンズ１５と集光状態変化部１６とを含む。また具体的には、集光状態変化部１６は、複数のレンズ位置調整用フォルダ３５および複数の光学ベース３４を含む。複数の光源１１は、たとえば、炭酸ガスレーザで実現される。

[0091] すなわち、図３の具体例において、単一の光源１１と単一の導光部１２と単一の集光レンズ１５と単一のレンズ位置調整用フォルダ３５と単一の光学ベース３４とを含む光路構成群が、加工対象物３の光照射すべき照射位置２１に至る光路９の数と同数用意されている。各光路９用の光路構成群内において、単一の光源１１と単一の導光部１２と単一の集光レンズ１５とレンズ位置調整用フォルダ３５と光学ベース３４との組合せおよび働きは、図１の具体例で説明した光源１１と導光部１２と集光レンズ１５と集光状態変化部１６との組合せおよび働きと等しい。このような構成の第２実施形態の加工装置４１は、光学ベース３４の位置移動および集光レンズ１５の位置移動を光路構成群毎に行うことによって、加工対象物３の複数の各表面４上の光の照射位置２１における集光状態を個別に制御することができる。

[0092] 図３の具体例において、第２実施形態の加工装置４１の照射位置移動部１３は、両面用試料配置部３７および図１の具体例と同等の搬送ステージ３３を含む。光加工すべき複数の各表面４が各光路９用の導光部１２の光路最終点側の反射鏡３１ｎとそれぞれ対面するように、両面用試料配置部３７によって保持される。搬送ステージ３３は、加工対象物３に対する光照射時に、加工対象物３保持中の両面用試料配置部３７を、所定の搬送方向Ｙに移動させる。これらの結果、加工対象物３の各表面４において、加工対象物３に対する光照射に起因する加工構造２４が、加工対象物３の端面５に沿う線状の形状でそれぞれ形成される。

[0093] 搬送ステージ３３における両面用試料配置部３７の搬送方向Ｙは、加工対象物３に照射される光の照射方向Ｚに垂直な方向である。図３の具体例にお

いて、両面用試料配置部３７によって保持中の加工対象物３の複数の各表面４の法線方向が、加工対象物３の複数の各表面４に照射される光の照射方向Ｚと略平行であり、搬送ステージ３３による両面用試料配置部３７の搬送方向Ｙが、保持中の加工対象物３の端面５に沿う方向である。

[0094] 図３の具体例では、ガラス基板である加工対象物３の複数の各表面４は、略板状の加工対象物３の上側表面４ａおよび下側表面４ｂに相当する。この場合、第２実施形態の加工装置４１には、光源１１から加工対象物３の上側表面４ａに至る光源－上側表面間の光路９ａ用の光路構成群と光源１１から加工対象物３の下側表面４ｂに至る光源－下側表面間の光路９ｂ用の光路構成群との２系統の光路構成群が用意される。

[0095] 第２実施形態の加工装置４１の図３の具体例における加工手順を、以下に説明する。光源－上側表面間の光路９ａ用の光路構成群において、光源１１から出射された光が、集光レンズ１５によって集光され、導光部１２の反射鏡３１で集光後の光路が折曲げられて、照射位置移動部１３によって保持されている加工対象物３の上側表面４ａ上において加工対象物３の端面５から所定の離間距離Ｄだけ内側の照射位置２１に、導光されて照射される。また同時に、光源－下側表面間の光路９ｂ用の光路構成群４７において、光源１１から出射された光が、集光レンズ１５によって集光され、導光部１２の反射鏡３１で集光後の光路が折曲げられて、照射位置移動部１３によって保持されている加工対象物３の下側表面４ｂ上において加工対象物３の端面５から所定の離間距離Ｄだけ内側の照射位置２１に、導光されて照射される。レーザ光照射と並行して、加工対象物３が、加工対象物３自身の端面５に略平行な搬送方向Ｙに移動される。

[0096] 以上の手順によって、第２実施形態の加工装置４１は、加工対象物３の上側表面４ａおよび下側表面４ｂにレーザ光を同時に照射しつつ、上側表面４ａおよび下側表面４ｂ上におけるレーザ光の照射位置２１ａ，２１ｂを移動させることができる。これらの結果、加工対象物３の上側表面４ａ上および下側表面４ｂ上において端面５よりも所定の離間距離Ｄだけ内側の位置に、

照射された光によって溶融加工された線状の加工構造２４がそれぞれ得られる。これによって、第２実施形態の加工装置４１は、加工対象物３の端面５から所定の離間距離Ｄ未満の部分に光照射の影響を直接及ぼすことなく、加工対象物３の強度をより高めることができる。

[0097] 図３の具体例において、第２実施形態の加工装置４１が、加工対象物３の上側表面４ａ側の温度上昇範囲２３および下側表面４ｂ側の温度上昇範囲２３の温度上昇状態を、加工対象物３の上側表面４ａに対する照射光および下側表面４ｂに対する照射光を用いてそれぞれ制御しようとする場合、好ましくは、第２実施形態の加工装置４１は、加工対象物３の上側表面４ａ上における照射光の集光状態および下側表面４ｂ上における照射光の集光状態を、相互に独立して制御する。

[0098] 一例としては、加工対象物３が図５に示すような２枚の板状部材４３，４４を厚さ方向に重ねて貼合わせた構成を有する場合、加工対象物３の２枚の板状部材４３，４４の厚さの違いなどに影響されて、加工対象物３の上側表面４ａおよび下側表面４ｂの端面５付近の光加工の条件が相互に異なってくる。ゆえに、この場合、第２実施形態の加工装置４１は、加工対象物３の上側表面４ａ上における照射光の集光状態および下側表面４ｂ上における照射光の集光状態を、加工対象物３の２枚の各板状部材４３，４４の厚さなどの加工条件に応じて個別に制御する。

[0099] 図３の具体例では、光源－上側表面間の光路９ａにおける該光路９ａ用の集光レンズ１５の位置と光源－下側表面間の光路９における該光路９ｂ用の集光レンズ１５の光路内の位置とが個別に位置移動可能なので、各光路９ａ，９ｂ内の集光レンズ１５の光路９ａ，９ｂ内の位置を加工対象物３の各板状部材４３，４４の加工条件にそれぞれ応じて調整する。また図３の具体例では、光源－上側表面間の光路９ａ用の光学ベース３４の加工対象物３に対する位置と光源－下側表面間の光路９ｂ用の光学ベース３４の加工対象物３に対する位置とが個別に位置移動可能なので、各光路９ａ，９ｂ内の光学ベース３４の位置を加工対象物３の各板状部材の加工条件にそれぞれ応じて調

整する。これらによって、第２実施形態の加工装置４１は、各光路９ａ，９ｂを経て加工対象物３の各板状部材の表面４に照射される光のエネルギの強度および照射密度を、加工対象物３の各板状部材４３，４４の加工条件に応じて個別に調整することができる。

[0100] 以上説明したように、第２実施形態の加工装置４１は、加工対象物３の複数の表面４上の端面５から所定の離間距離Ｄだけ内側の位置に、光をそれぞれ照射する。好ましくは、加工対象物３の各表面４上における光の照射位置２１は、加工対象物３の端面近傍部分６よりも加工対象物３の各表面４の中心に近い位置にそれぞれ選ばれる。より好ましくは、加工対象物３の各表面４上の光の照射位置２１は、加工対象物３の端面５よりも１５０μｍ程度の中心寄りの位置に選ばれる。

[0101] 上述したように、加工対象物３の複数の各表面４上における光の照射位置２１が相互に対面する場合、第２実施形態の加工装置４１は、加工対象物３の単一表面４だけに光を照射する従来の構成の加工装置よりも、照射光の強度を相対的に低くしつつ、加工対象物３の各表面４の端面５よりも所定の離間距離Ｄだけ内側に、微小な溶融による構造変化を起こすことができる。このため、たとえば、複数の表面４のうちの少なくとも１つの表面４の端面５よりも所定の離間距離Ｄ以上内側の領域に電極などのプリント加工部が形成された構成のガラス基板が加工対象物３として用いられる状況下において、第２実施形態の加工装置４１による光照射は、照射光の強度が相対的に低いため、離間距離Ｄ以上内側の領域内のプリント加工部に影響を与えにくい。ゆえに、第２実施形態の加工装置４１は、電極などのプリント加工部に影響を与えることなく加工対象物３の強度増加のための光加工を行うことができるので、光加工後の加工対象物３の歩留まりがさらに向上する。

[0102] さらにまた、加工対象物３の各表面４上における光の照射位置２１が相互に対面する場合、第２実施形態の加工装置４１の光加工手法は、加工対象物３の厚さ方向の厚さが薄いほど効果がある。すなわち、第２実施形態の加工装置４１の光加工手法は、中小型の液晶パネル用のガラス基板のような、厚

さ方向の厚さが薄いガラス基板に対する加工に向いている。上述の液晶パネル用ガラス基板が加工対象物３として用いられる場合、第２実施形態の加工装置４１は、液晶パネル用ガラス基板のガラス部分だけに光を照射して微小な溶融部分を線状に形成可能である。これによって、上述の場合、第２実施形態の加工装置４１は、液晶パネル用ガラス基板のガラス部分以外の他の構成要素に与えるダメージを少なくすることができる。

[0103] 図６は、本発明の第３実施形態である加工対象物３の加工装置の構成を示す側面図である。なお、第３実施形態の加工装置５１の構成要素のうち、第１実施形態の加工装置１および第２実施形態の加工装置４１の構成要素と同等である構成要素には、第１実施形態および第２実施形態の構成要素と同じ参照符を付し、詳細な説明は省略する。

[0104] 第３実施形態の加工装置５１は、加工対象物３の端面処理のために、加工対象物３の表面４上の複数の位置に対して単一の光源１１からの光を導光し照射することによって、光加工を行う。図６の例では、第３実施形態の加工装置５１は、加工対象物３の相対する２つの表面４に、光を照射している。加工対象物３が板状である場合、加工対象物３の相対する２つの表面４は、加工対象物３の上側表面４ａおよび下側表面４ｂに相当する。

[0105] 第３実施形態の加工装置５１は、単一の光源１１と、光路分岐部１８と、導光部１２と、照射位置移動部１３とを最低限含む。単一の光源１１は、加工対象物３に対して照射すべき光を出射する。光路分岐部１８は、光源１１から出射された光を、複数の光路９に分岐させる。導光部１２は、加工対象物３の表面４上の加工対象物３の端面５からそれぞれ所定の離間距離Ｄだけ内側の複数の位置に、光路分岐部１８によって分岐された複数の光路９の光をそれぞれ導光して照射させる。照射位置移動部１３は、導光部１２によって照射された複数の光路９の光に対する加工対象物３の位置を、照射された光の照射方向Ｚに垂直な搬送方向Ｙに、相対的に移動させる。この結果、加工対象物３の表面４上の端面５よりも所定の離間距離Ｄだけ内側の複数の位置に、照射された光によって溶融加工された線状の加工構造２４がそれぞれ

得られる。

[0106] 前述したような、複数の光源１１からの光が加工対象物３の表面４へそれぞれ導光されて照射される構成の加工装置において、光源１１の個体差に起因して、加工対象物３の表面４上における複数の照射位置２１の照射光のエネルギに相互の差が生じることがある。上述のように、第３実施形態の加工装置５１は、単一の光源１１の光を加工対象物３の表面４上の複数の位置に照射するので、光源１１の個体差が存在しないため、集光状態に差が無ければ、加工対象物３の表面４上における複数の照射位置２１の照射光のエネルギが相互に等しい。この結果、第３実施形態の加工装置５１は、光源１１の個体差に起因する加工対象物３の表面４上の複数の照射位置２１の照射光の強度分布の差の影響を無くすことができる。これによって、第３実施形態の加工装置５１は、加工対象物３に対する光照射時に、加工対象物３の温度上昇範囲２３の温度制御がし易くなるため、光加工精度がより向上する。

[0107] また第３実施形態の加工装置５１は、光源１１の数を減らして代わりに光路分岐部１８を追加した構成になっている。光路分岐部１８は光源１１よりも簡単な構成の部品であるため、加工装置の構成の複雑化は抑えられる。ゆえに、複数の光源１１を用いる構成の加工装置よりも、単一の光源１１および光路分岐部１８を用いる第３実施形態の加工装置５１のほうが、構成を簡略化することができる。

[0108] 第３実施形態の加工装置５１において、後述するように、単一の光源１１から加工対象物３の複数の表面４にそれぞれ至る複数の光路において、光源１１から光路分岐部１８までの一部分が相互に共通化されている。本明細書の説明において、光源１１から加工対象物３の各表面４にそれぞれ至る光路９を「光源－各表面間の光路９」と略称することがある。また、単一の光源－各表面間の光路９内において、光源１１から光路分岐部１８までの一部分を「共通光路部分」と称し、共通光路部分以外の残余部分、すなわち光路分岐部１８から加工対象物３の各表面４までの一部分を「個別光路部分」と称することがある。

[0109] 第３実施形態の加工装置５１の具体的な一例を、以下に説明する。図６の具体例では、図１および図３の具体例と同様に、光源１１からの光をレーザ光とし、加工対象物３としてガラス基板を用いている。図６の具体例において、第３実施形態の加工装置５１は、光加工の為に、加工対象物３の端面５以外の複数の各表面４上の端面５からそれぞれ所定の離間距離Ｄだけ内側の位置に、光を導光し照射させる。

[0110] 図６の具体例において、第３実施形態の加工装置５１は、単一の光源１１と光路分岐部１８と複数の導光部１２と照射位置移動部１３とを最低限含み、好ましくは、単一の集光レンズ１５と集光状態変化部１６とを含む。光路分岐部１８は、光分岐素子で実現される。各導光部１２は、１または複数の反射鏡３１をそれぞれ含む。また具体的には、集光状態変化部１６が、複数の光学ベース３４および単一のレンズ位置調整用フォルダ３５をさらに含む。図６の具体例では、光源－各表面間の複数の光路と同数の光学ベース３４が用意され、光源－各表面間の各光路９の共通光路部分のための単一の共用ベース３８がさらに用意される。光源１１は、炭酸ガスレーザで実現される。

[0111] 光源１１と光路分岐部１８とは、予め定められた位置関係を常に保つ。光源－各表面間の各光路９内において、光源１１よりも光路終点側に、光路分岐部１８が配置される。光源－各表面間の各光路９内において、光路分岐部１８よりも光路終点側に、各導光部１２の１以上の反射鏡３１が順次配置される。各導光部１２内の１以上の反射鏡３１は、光路分岐部１８によって分岐された各光路の光を次反射させて、加工対象物３の各表面４に導く。この結果、光源－各表面間の各光路９の個別光路部分が、各導光部１２の１以上の反射鏡３１で折曲げられつつ、加工対象物３の各表面４にそれぞれ至る。

[0112] 単一の集光レンズ１５および単一のレンズ位置調整用フォルダ３５は、光源－各表面間の光路９内の光路分岐部１８よりも光路起点側である共通光路部分内に配置される。集光レンズ１５は、レンズ位置調整用フォルダ３５によって、加工対象物３の各表面４に対する集光レンズ１５の位置が共通光路

部分に沿う方向に移動可能に構成される。光源－各表面間の各光路９の長さがそれぞれ固定である場合、第３実施形態の加工装置５１は、光源－各表面間の光路９の共通光路部分内の集光レンズ１５の位置を調整することで、加工対象物３の各表面４上の光の照射位置２１における集光状態を、同時に制御する。

[0113] 図６の具体例では、光源１１と光路分岐部１８とが所定の間隔をあけて共用ベース３８上に固定され、集光レンズ１５およびレンズ位置調整用フォルダ３５が可動可能な状態で共用ベース３８上に配置される。また、各導光部１２の１以上の反射鏡３１のうちの少なくとも１つの反射鏡３１が光源－各表面間の各光路９内の光路分岐部１８よりも光路終点側に位置する場合、各導光部１２の光路分岐部１８よりも光路終点側の反射鏡３１のうちの少なくとも１つが、各導光部１２用の光学ベース３４に固定される。各導光部１２用の光学ベース３４は、相互に独立して位置移動可能に構成される。

[0114] さらに、いずれかの導光部１２の複数の反射鏡３１のうち、光路起点側の反射鏡３１の少なくとも１つが、共用ベース３８上に固定されていてもよい。勿論、いずれかの導光部１２の複数の反射鏡３１の全てが、該導光部１２の光学ベース３４に固定されていてもよい。勿論、いずれかの導光部１２の少なくとも１つの反射鏡３１が、光源－各表面間の各光路９内の共通光路部分に配置されて、共通光路部分を折曲げていてもよい。また、光路分岐部１８から出射されるいずれかの光路の光が、反射鏡３１で反射されることなく、加工対象物３の表面４に照射されてもよい。

[0115] 図６の具体例では、各導光部１２内において、光源１１から集光レンズ１５および光路分岐部１８を経て各光学ベース３４上の反射鏡３１に至る光路部分の長さを保ったまま、各光学ベース３４上の反射鏡３１から加工対象物３の各表面４に至る光路部分の長さが増減するように、各光学ベース３４および各光学ベース３４上の反射鏡３１が、加工対象物３の各表面４に対して近接離反する。なお、各導光部１２において、各光学ベース３４上の反射鏡３１と加工対象物３の各表面４との間に各導光部１２の他の反射鏡３１が介

在される場合、各光学ベース３４および各光学ベース３４上の反射鏡３１は各導光部１２の前記他の反射鏡３１に対して近接離反する。

[0116] このように、第３実施形態の加工装置５１は、光源－各表面間の各光路９内の集光レンズ１５よりも光路終点側の光路部分の長さを、各光学ベース３４の位置移動に応じて、個別に増減させる。これによって、第３実施形態の加工装置５１は、加工対象物３の複数の表面４上の光の照射位置２１における集光状態を、加工対象物３の表面４上の照射位置２１毎に、さらに個別制御することができる。

[0117] 図６の具体例において、図３の具体例と同様に、第３実施形態の加工装置５１の照射位置移動部１３は、両面用試料配置部３７および搬送ステージ３３を含む。加工対象物３は、光加工すべき複数の各表面４が光源－各表面間の各光路９内の導光部１２の光路最終点側の反射鏡３１ｎとそれぞれ対面するように、両面用試料配置部３７によって保持される。搬送ステージ３３は、加工対象物３に対する光照射時に、加工対象物３保持中の両面用試料配置部３７を、光の照射方向Ｚに垂直な搬送方向Ｙに移動させる。この結果、加工対象物３の各表面４に対する光照射に起因する加工構造２４が、加工対象物３の各表面４に、加工対象物３の端面５に沿う線状の形状でそれぞれ形成される。

[0118] 第３実施形態の加工装置５１の図６の具体例における加工手順を、以下に説明する。まず、共用ベース３８上の光源１１から、所定のビーム径のレーザ光が出射される。出射されたレーザ光は、光源－各表面間の各光路９の光路分岐部１８より光路起点側の集光レンズ１５に入射して集光される。集光レンズ１５通過後のレーザ光の光路は、光路分岐部１８によって複数の光路９の個別光路部分に分岐される。分岐後の各光路の個別光路部分を通る光は、各光路９用の導光部１２の１以上の反射鏡３１によって順次反射されて、加工対象物３の各表面４上の端面近傍部分６よりも各表面４の中心に近い照射位置２１に、導光されて照射される。加工対象物３の各表面４側の温度上昇範囲２３が表面４毎に必要充分な面積および深さでそれぞれ溶融するよう

に、光源－各表面間の各光路９の長さおよび各光路９の共通光路部分内の集光レンズ１５の位置が、予め調整されている。

[0119] 図６の具体例では、分岐後の２光路のうちの光源－上側表面間の光路９ａの個別光路部分の光が、該光路９ａ用の導光部１２内の複数の反射鏡３１で順次反射されて、加工対象物３の上側表面４ａ上における所定の照射位置２１ａに照射される。同時に、分岐後の２光路のうちの光源－下側表面間の光路９ｂの個別光路部分の光が、該光路９ｂ用の導光部１２内の複数の反射鏡３１で順次反射されて、加工対象物３の下側表面４ｂの上における所定の照射位置２１ｂに照射される。加工対象物３の各表面４ａ，４ｂに対するレーザ光照射と並行して、加工対象物３が、加工対象物３自身の端面５に略平行な搬送方向Ｙに移動される。

[0120] これらの結果、加工対象物３の各表面４上のレーザ光の照射位置２１が端面５から所定の離間距離Ｄだけ離れつつ端面５に略平行な方向にそれぞれ移動するため、加工対象物３の各表面４側の温度上昇範囲２３がそれぞれ移動しつつ、加工対象物３の各表面４側の温度上昇範囲２３内の表面４近傍の部分が微小に溶融される。レーザ光の照射終了後、各表面４側の温度上昇範囲２３内の溶融部分がそれぞれ再び凝固する。このように、加工対象物３の各表面４内の端面５から離間距離Ｄだけ離れた位置にスポット状の微小な溶融状態がそれぞれ連続して発生するため、加工対象物３の各表面４の端面５から所定の離間距離Ｄだけ離れた位置に、端面５に略平行な線状の加工構造２４がそれぞれ形成される。

[0121] 第３実施形態の加工装置５１において、加工対象物３の複数の各表面４上における照射光の集光状態を制御する手順は２通りある。第１の制御手順は、光源１１から出射する光の強度や集光状態そのものを増減させることによって、加工対象物３の各表面４上における照射光の集光状態を同時に制御する手順である。第２の制御手順は、光源－各表面間の光路９の個別光路部分の長さをそれぞれ増減させることによって、加工対象物３の各表面４上における照射光の集光状態を個別に制御する手順である。

[0122] 前述した第１の制御手順では、具体的には、光源－各表面間の各光路９内の集光レンズ１５よりも光路終点側の光路部分の長さが相互に一致するように、各導光部１２の反射鏡３１の位置関係を定めた後、光源１１から出射する光の強度を変化させる。好ましくは、光の強度変更に伴い、光源－各表面間の各光路９の共通光路部分内における集光レンズ１５の位置を調整して、加工対象物３の各表面４上の集光状態を調整する。加工対象物３の各表面４上に照射される光の集光状態は、具体的には、加工対象物３の各表面４上に対する照射光の強度分布に相当する。

[0123] このように、図６の具体例では、光源１１から出射する光の強度を変化させることで、加工対象物３の各表面４上に照射される光の集光状態が同時に変化される。ゆえに、複数の光源１１からの光を加工対象物３の複数の表面４にそれぞれ導光する構成の加工装置と比較して、第３実施形態の加工装置５１は、加工対象物３の各表面４に対する光加工が複数の光源１１の個体差の影響を受けることが防止される。これによって、第３実施形態の加工装置５１は、加工装置５１自身の構成を簡略化しつつ、加工対象物３の複数の表面４における光の照射範囲２２を容易に制御することができる。したがって、第３実施形態の加工装置５１の使い勝手が向上する。

[0124] また図６の具体例において、光源１１から出射する光の強度を所定強度に保ったまま、光源－各表面間の各光路９の共通光路部分内の集光レンズ１５の位置を調整することによっても、加工対象物３の各表面４上に照射される光の集光状態が同時に変化する。これによっても、第３実施形態の加工装置５１は、加工装置５１自身の構成を簡略化しつつ、加工対象物３の各表面４における光の集光状態を容易に制御することができる。したがって、第３実施形態の加工装置５１の使い勝手が向上する。

[0125] 前述した第２の制御手順では、具体的には、光源－各表面間の各光路９の集光レンズ１５よりも光路終点側の光路部分を通る光の集光点から加工対象物３の各表面４上の照射位置２１までの距離が変化する。このために、図６の具体例では、第３実施形態の加工装置５１は、共用ベース３８に対する各

導光部１２内の光学ベース３４の相対的な位置関係を、導光部１２毎に変化させる。これによって、第３実施形態の加工装置５１は、加工対象物３の表面４毎に、照射光の集光状態を個別に制御することができるので、加工対象物３の各表面４における光の照射範囲２２を容易に個別制御することができる。したがって、第３実施形態の加工装置５１の使い勝手がさらに向上する。

[0126] 図７は、本発明の第４実施形態である加工対象物３の加工装置６１の構成を示す側面図である。なお、第４実施形態の加工装置６１の構成要素のうち、第１実施形態～第３実施形態の加工装置１，４１，５１の構成要素と同等であるものには、第１実施形態～第３実施形態の構成要素と同じ参照符を付し、詳細な説明は省略する。

[0127] 第４実施形態の加工装置６１は、加工対象物３の端面処理のために、加工対象物３の表面４上の複数の位置に対して単一の光源１１からの光を導光し照射することによって、光加工を行う。図７の例では、第４実施形態の加工装置６１は、加工対象物３の相対する２つの表面４に、光を照射している。

[0128] 第４実施形態の加工装置６１は、単一の光源１１と、光路分岐部１８と、複数の導光部１２と、照射位置移動部１３と、単一の集光レンズ１５と、集光状態変化部１６と、単一のビームエキスパンダ１９とを含む。集光レンズ１５は、光源１１から光路分岐部１８に至る光路内に配置される。

[0129] 光源１１は、レーザ光をビーム状に出射するレーザ光源１１で実現される。単一の集光レンズ１５は、光源－各表面間の光路９内において光源１１と光路分岐部１８との間に配置される。ビームエキスパンダ１９は、光源－各表面間の光路９内において光源１１と集光レンズ１５との間に配置される。

[0130] レーザ光源１１である光源１１は、加工対象物３に対して照射すべきレーザ光をビーム状に出射する。ビームエキスパンダ１９は、光源１１から出射されたレーザ光のビーム径を拡大する。集光レンズ１５は、ビームエキスパンダ１９によってビーム径が拡大されたレーザ光を集光する。光路分岐部１８は、集光レンズ１５通過後の光を複数の光路９に分岐させる。導光部１２

は、加工対象物３の表面４上の端面５からそれぞれ所定の離間距離Ｄだけ内側の複数の位置に、光路分岐部１８によって分岐された複数の光路９の光をそれぞれ導光して照射する。照射位置移動部１３は、各導光部１２によって照射された各光路の光に対する加工対象物３の位置を、照射された光の照射方向Ｚに垂直な搬送方向Ｙに、相対的に移動させる。この結果、加工対象物３の各表面４上の端面５よりも所定の離間距離Ｄだけ内側の位置に、照射された光によって溶融加工された線状の加工構造２４がそれぞれ得られる。

[0131] 以上説明したように、第４実施形態の加工装置６１は、光源－各表面間の光路９において、光源１１と集光レンズ１５との間に、ビームエキスパンダ１９を介在させる。これによって、第４実施形態の加工装置６１は、光源１１からの光を平行光に保ったまま、光源１１出射時の光のビーム径よりも集光レンズ１５入射時点の光のビーム径を大きくしている。

[0132] 集光レンズ１５の焦点距離が固定であれば、集光レンズ１５入射時点のビーム径が大きいほど、集光レンズ１５出射時点から焦点までのビーム径の変化が大きくなる。すなわち、光源－各表面間の光路９内における加工対象物３の表面４に対する集光レンズ１５の位置を調整することで加工対象物３の表面４上の照射位置２１における光のエネルギを制御する場合、集光レンズ１５入射時点のビーム径が大きいほど加工対象物３の表面４上の光の照射範囲２２の精度を高くすることができる。この結果、第４実施形態の加工装置６１は、加工対象物３の温度上昇範囲２３の温度制御を高精度に行うことができる。

[0133] また、集光レンズ１５の焦点距離が固定であれば、集光レンズ１５入射時点のビーム径が大きいほど、レンズ設計の容易さが増し、集光スポット径は小さくでき、加工対象物３の表面４上の照射範囲２２における光のエネルギの集中度を向上させることができる。この結果、ビームエキスパンダ１９を備えない構成の加工装置と比較して、第４実施形態の加工装置６１は光源１１の出力を相対的に低くすることができ、いわゆる歪点などの形状変化が起こる温度が高いガラス材料から成る加工対象物３の加工時に、光源１１の出

力増加を相対的に抑えることができれば、製造コストの削減に繋がる。

[0134] 図８は、本発明の第５実施形態である加工対象物３の加工装置７１の構成を示す側面図である。なお、第５実施形態の加工装置７１の構成要素のうち、第１実施形態～第４実施形態の加工装置１，４１，５１，６１の構成要素と同等であるものには、第１実施形態～第４実施形態の構成要素と同じ参照符を付し、詳細な説明は省略する。

[0135] 第５実施形態の加工装置７１は、加工対象物３の端面処理のために、加工対象物３の表面４上の複数の位置に対して単一の光源１１からの光を導光し照射することによって、光加工を行う。図８の例では、第５実施形態の加工装置７１は、加工対象物３の相対する２つの表面４ａ，４ｂに、光を照射している。

[0136] 第５実施形態の加工装置７１は、単一の光源１１と、光路分岐部１８と、導光部１２と、照射位置移動部１３とを最低限含む。単一の光源１１は、加工対象物３に対して照射すべき光を出射する。光路分岐部１８は、光源１１から出射された光の光路９を、複数の光路９ａ，９ｂに分岐させる。導光部１２は、加工対象物３の表面４上の加工対象物３の端面５から相互に異なる所定の離間距離Ｄａ，Ｄｂだけ内側の位置で、かつ加工対象物３の厚み方向において異なる位置に、光路分岐部１８によって分岐された複数の光路９ａ，９ｂの光をそれぞれ導光して照射させる。照射位置移動部１３は、導光部１２によって照射された複数の光路９ａ，９ｂの光に対する加工対象物３の位置を、照射光の照射方向Ｚに垂直な搬送方向Ｙに、相対的に移動させる。この結果、加工対象物３の各表面４ａ，４ｂ上の端面５よりも相互に異なる所定の離間距離Ｄａ，Ｄｂだけそれぞれ内側の位置２１ａ，２１ｂに、照射された光によって溶融加工された線状の加工構造２４がそれぞれ得られる。これによって、第５実施形態の加工装置７１は、加工対象物３の複数の表面４ａ，４ｂを同時に光加工しつつ、各表面４ａ，４ｂの光加工に係る加工対象物３の温度上昇をより高い精度で制御することができるため、光加工精度がより向上する。

[0137] 以上説明したように、加工対象物３の表面４上の複数の位置２１ａ，２１ｂに光を並行して照射する第５実施形態の加工装置７１において、好ましくは、加工対象物３の各表面４上における光の照射位置２１ａ，２１ｂは、加工対象物３の端面５から表面４ａ，４ｂ毎に異なる所定の離間距離Ｄａ，Ｄｂだけ内側であり、同時に、加工対象物３の厚み方向において相互に対面しない異なる位置である。

[0138] この結果、第５実施形態の加工装置７１は、加工対象物３の各表面４ａ，４ｂに対する光加工時に、加工対象物３の複数の各表面４ａ，４ｂに対する光照射の加工対象物３の上側表面４ａへ照射された光が加工対象物３を透過して下側表面４ｂ用の光路９ａに侵入して迷光となること、およびその逆の迷光の発生が、防止できる。

[0139] また、第５実施形態の加工装置７１は、図５で説明した貼合わせ構造のガラス基板が加工対象物３として用いられる状況下において、好ましくは、上側表面側部材４３の表面上における照射光の照射位置２１ａと下側表面側部材４４の表面上における照射光の照射位置２１ｂとを、上側表面側部材４３の厚さおよび下側表面側部材４４の厚さに応じてそれぞれ変化させる。これは以下の理由に起因する。

[0140] 加工対象物３の補強用の加工構造２４を形成するためには、加工対象物３の各部材４３，４４の厚さに依存する適切な温度上昇変化が必要である。温度変化が急激すぎると、加工対象物３の各部材４３，４４が逆に破損する恐れがある。ゆえに、加工対象物３の各部材の温度上昇範囲２３の温度が適切に変化するように、加工対象物３の各部材の表面４上における光の照射状態を、部材４３，４４毎に適切に設定する必要がある。

[0141] 加工対象物３の各部材の温度上昇範囲２３の温度変化は、加工対象物３の各部材４３，４４の表面上に対する照射光の強度および各部材４３，４４の表面上における照射位置２１の相対関係に依存する。かつ、加工対象物３の一方の部材４３，４４の温度上昇範囲２３の温度変化は、前記一方の部材４３，４４の表面に対する照射光だけでなく、加工対象物３の他方の部材４４

，４３の表面４に対する照射光にも影響を受ける。これらの結果、第５実施形態の加工装置７１は、加工対象物３の各部材４３，４４の温度上昇範囲２３の温度を適切に上昇させるために、加工対象物３の各部材４３，４４の表面上における照射光の集光状態だけでなく、加工対象物３の各部材４３，４４の表面上における照射光の照射位置２１の端面５からの離間距離Ｄａ，Ｄｂを制御する必要がある。以上の理由により、第５実施形態の加工装置７１は、好ましくは、加工対象物３の各部材４３，４４の表面上における照射光の照射位置２１を、加工対象物３の各部材４３，４４の厚さに応じてそれぞれ設定する。

[0142] 再び図８を参照する。第５実施形態の加工装置７１は、好ましくは、複数の集光レンズ１５と、集光状態変化部１６とをさらに含む。各集光レンズ１５は、光源－各表面間の各光路９ａ，９ｂ内の光路分岐部１８よりも光路終点側の個別光路部分内に、それぞれ配置される。各集光レンズ１５は、光源－各表面間の各光路９ａ，９ｂの個別光路部分内の光を、それぞれ集光する。各集光レンズ１５によって集光された光が、光源－各表面間の各光路９ａ，９ｂの導光部１２によって導光されて、加工対象物３の各表面４ａ，４ｂに照射される。

[0143] 以上説明したように、加工対象物３の複数の各表面４ａ，４ｂに光を並行して照射する第５実施形態の加工装置７１において、好ましくは、光源－各表面間の複数の各光路９の個別光路部分内に、集光状態を個別に変化可能な構成の集光レンズ１５がそれぞれ設けられる。この結果、第５実施形態の加工装置７１は、光源各表面間の複数の光路９に関し、光路分岐後の個別光路部分内の光を集光レンズ１５で個別に集光する。ゆえに、第５実施形態の加工装置７１は、加工対象物３の複数の表面４ａ，４ｂ上の照射位置２１ａ，２１ｂにおける照射光のエネルギを、表面４ａ，４ｂ毎に個別かつ容易に制御することができる。これによって、第５実施形態の加工装置７１は、加工対象物３の加工精度をさらに向上させることができる。

[0144] 第５実施形態の加工装置７１の具体的な一例を、以下に説明する。図８の

具体例では、図１、図３、図６および図７の具体例と同様に、光源１１からの光をレーザ光とする。また図８の具体例では、加工対象物３として、図５で説明した貼合わせのガラス基板を用いている。図８の具体例において、第５実施形態の加工装置７１は、光加工の為に、加工対象物３の端面５以外の複数の各表面４ａ，４ｂ上の端面５から相互に異なる所定の離間距離Ｄａ，Ｄｂだけ内側の位置に、光を導光し照射させる。

[0145] 図８の具体例において、第５実施形態の加工装置７１は、単一の光源１１と光路分岐部１８と複数の導光部１２と照射位置移動部１３とを最低限含み、好ましくは、複数の集光レンズ１５と集光状態変化部１６とを含む。各導光部１２は、１または複数の反射鏡３１をそれぞれ含む。また具体的には、集光状態変化部１６が、複数の光学ベース３４および単一のレンズ位置調整用フォルダ３５をさらに含む。図８の具体例では、光源－各表面間の複数の光路９ａ，９ｂと同数の光学ベース３４と単一の共用ベース３８が用意される。光源１１は、炭酸ガスレーザで実現される。

[0146] 光源１１と光路分岐部１８とは、予め定められた位置関係を常に保つ。光源－各表面間の各光路９ａ，９ｂ内において、光源１１よりも光路終点側に、光路分岐部１８が配置される。光源－各表面間の各光路９ａ，９ｂ内において、光路分岐部１８よりも光路終点側に、各導光部１２の１以上の反射鏡３１が順次配置される。各導光部１２内の１以上の反射鏡３１は、光路分岐部１８によって分岐された複数の各光路９ａ，９ｂの光をそれぞれ順次反射させて、加工対象物３の各表面４に導く。この結果、光源－各表面間の各光路９ａ，９ｂの個別光路部分が、各導光部１２の１以上の反射鏡３１で折曲げられつつ、加工対象物３の各表面４にそれぞれ至る。

[0147] 各導光部１２の１以上の反射鏡３１のうちの光路最終点側の反射鏡３１ｎは、個別に移動可能に構成される。光路最終点側の反射鏡３１ｎの移動方向は、照射位置移動部１３内に固定済の加工対象物３の各表面４ａ，４ｂ上における光の照射位置２１ａ，２１ｂと端面５との離間距離Ｄａ，Ｄｂを増減させる方向である。具体的には、光路最終点側の反射鏡３１ｎの移動方向は

、加工対象物３の各表面４に平行であって、かつ、加工対象物３の移動方向Ｙに垂直な方向である。光路最終点側の反射鏡３１ｎを所定の移動方向に移動させることによって、第５実施形態の加工装置７１は、加工対象物３の各表面４ａ，４ｂ上における光の照射位置２１ａ，２１ｂから端面５までの離間距離Ｄａ，Ｄｂを個別に調整することができる。

[0148] 図８の具体例では、光源１１と光路分岐部１８とが所定の間隔をあけて共用ベース３８上に固定される。また、各導光部１２の１以上の反射鏡３１のうちの少なくとも光路最終点側の反射鏡３１ｎが、光源－各表面間の各光路９ａ，９ｂ内の光路分岐部１８よりも光路終点側に位置しており、各導光部１２用の光学ベース３４に移動可能に配置される。各導光部１２の光路分岐部１８よりも光路終点側の他の反射鏡３１のうちの少なくとも１つが、各導光部１２用の光学ベース３４にさらに固定されていてもよい。また、各導光部１２用の光学ベース３４は、相互に独立して位置移動可能に構成されていてもよい。

[0149] 各集光レンズ１５および各レンズ位置調整用フォルダ３５は、光源－各表面間の光路９ａ，９ｂ内の光路分岐部１８よりも光路終点側である個別光路部分内に配置される。各集光レンズ１５は、各レンズ位置調整用フォルダ３５によって、加工対象物３の各表面４に対する各集光レンズ１５の位置が個別光路部分に沿う方向に移動可能に構成される。

[0150] 図８の具体例では、各集光レンズ１５および各レンズ位置調整用フォルダ３５は、光源－各表面間の光路９ａ，９ｂ内の光路分岐部１８から光路最終点側の反射鏡３１ｎに至る光路部分内に配置されている。光源－各表面間の光路９ａ，９ｂの長さが固定である場合、第５実施形態の加工装置７１は、光路分岐部１８から加工対象物３の各表面４ａ，４ｂに至る各光路９ａ，９ｂの個別光路部分内の各集光レンズ１５の位置を個別に調整することで、加工対象物３の各表面４ａ，４ｂ上の光の照射位置２１ａ，２１ｂにおける集光状態を、個別に制御する。

[0151] 図８の具体例において、図３の具体例と同様に、第５実施形態の加工装置

７１の照射位置移動部１３は、両面用試料配置部３７および搬送ステージ３３を含む。加工対象物３は、光加工すべき複数の各表面４ａ，４ｂが複数の各導光部１２の最終点側の反射鏡３１ｎとそれぞれ対面するように、両面用試料配置部３７によって保持される。搬送ステージ３３は、加工対象物３に対する光照射時に、加工対象物３保持中の両面用試料配置部３７を、加工対象物３に照射される光の照射方向Ｚに垂直な搬送方向Ｙに移動させる。この結果、加工対象物３の複数の各表面４ａ，４ｂにおいて、加工対象物３に対する光照射に起因する加工構造２４が、加工対象物３の端面５に沿う線状の形状でそれぞれ形成される。

[0152] 第５実施形態の加工装置７１の図８の具体例における加工手順を、以下に説明する。まず、共用ベース３８上の光源１１から、所定のビーム径のレーザ光が出射される。出射されたレーザ光は、光路分岐部１８によって複数の光路９ａ，９ｂの個別光路部分へ分岐される。分岐後の各光路９の個別光路部分を通る光は、各光路９ａ，９ｂ用の導光部１２の１以上の反射鏡３１によって順次反射され、かつ各光路９ａ，９ｂ用の集光レンズ１５で集光されて、加工対象物３の各表面４ａ，４ｂ上の端面近傍部分６よりも各表面４ａ，４ｂの中心に近く端面５からの距離Ｄａ，Ｄｂが相互に異なる照射位置２１ａ，２１ｂに、導光されて照射される。

[0153] 第５実施形態の加工装置７１において、加工対象物３の各表面４ａ，４ｂ側の温度上昇範囲２３ａ，２３ｂが表面４ａ，４ｂ毎に必要充分な面積および深さでそれぞれ溶融するように、光源－各表面間の光路９ａ，９ｂの長さ、各表面４ａ，４ｂの光の照射位置２１ａ，２１ｂと端面５との距離Ｄａ，Ｄｂ、および前記各光路９ａ，９ｂ内の集光レンズ１５の位置が、予め調整されている。すなわち、第５実施形態の加工装置７１は、光源－各表面間の光路９ａ，９ｂ内の集光レンズ１５のデフォーカス量を光路９ａ，９ｂ毎に個別に調整することによって、加工対象物３の複数の各表面４ａ，４ｂ上における照射光の集光状態を相互に異ならせることができる。

[0154] 第５実施形態の加工装置７１は、上述のような加工対象物３の各表面４ａ

，４ｂ側の照射光の相互作用による影響を反映するように、加工対象物３の各表面４ａ，４ｂ上における照射光の照射位置２１および集光状態を、表面４ａ，４ｂ毎にそれぞれ調整することができる。

[0155] これらによって、第５実施形態の加工装置７１は、たとえば、加工対象物３の各表面４ａ，４ｂに形成される加工構造２４の幅および深さならびに位置を、相互に異ならせることができる。したがって、第５実施形態の加工装置７１は、補強用の加工構造２４の形成時に加工対象物３の各表面４ａ，４ｂに微小な溶融加工をより適切な状態で施すことができるので、光加工の精度がさらに向上する。

[0156] また、第５実施形態の加工装置７１は、光源－各表面間の光路９ａ，９ｂ毎に、各導光部１２の光路最終点側の反射鏡３１ｎの位置ならびに集光レンズ１５の位置が調整可能である。このため、各表面４上における光の照射位置２１ａ，２１ｂならびに集光レンズ１５の集光状態の調整時に、各光学ベース３４と共用ベース３８との位置関係および光学ベース３４と加工対象物３の各表面４ａ，４ｂとの位置関係を変える必要がない。ゆえに、第５実施形態の加工装置７１は、装置の構成をさらに簡略化することができる。

[0157] 以上説明したように、第１実施形態～第５実施形態の加工装置１，４１，５１，６１，７１は、本発明の加工装置の最良の実施形態の１つである。第１実施形態の加工装置１～第５実施形態の加工装置７１の構成要素の詳細構成は、上述の作用効果が発揮可能な構成であれば、上述した構成に限らず、他の様々な構成が用いられてもよい。

[0158] 本発明は、その精神または主要な特徴から逸脱することなく、他のいろいろな形態で実施できる。したがって、前述の実施形態はあらゆる点で単なる例示に過ぎず、本発明の範囲は請求の範囲に示すものであって、明細書本文には何ら拘束されない。さらに、請求の範囲に属する変形や変更は全て本発明の範囲内のものである。

符号の説明

[0159] １，４１，５１，６１，７１　加工装置

３　加工対象物

４　加工対象物の表面

４ａ　加工対象物の上側表面

４ｂ　加工対象物の下側表面

５　加工対象物の端面

６　端面近傍部分

９，９ａ，９ｂ　光源から加工対象物の表面に至る光路

１１　光源

１２　導光部

１３　照射位置移動部

１５　集光レンズ

１６　集光状態変化部

１８　光路分岐部

１９　ビームエキスパンダ

２１，２１ａ，２１ｂ　光の照射位置

２２，２２ａ，２２ｂ　光の照射範囲

２３，２３ａ，２３ｂ　温度上昇範囲

２４　加工構造

２６　光の照射位置の移動軌跡

３１　反射鏡

Ｄ，Ｄａ，Ｄｂ　加工対象物の表面上における端面から光の照射位置までの離間距離

Ｘ　加工対象物の表面上における端面から照射位置まで離間方向

Ｙ　加工対象物の表面上における光の照射位置の移動方向

Ｚ　加工対象物の表面上に対する光の照射方向

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、前記加工対象物の加工を行う加工装置であって、

前記加工対象物に対して照射すべき光を出射する光源と、

前記加工対象物の表面上の前記加工対象物の端面から所定距離だけ内側の位置に、前記光源から出射された光を導光して照射する導光部と、

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むことを特徴とする加工装置。

[請求項2] 前記導光部は、前記加工対象物の表面上の前記加工対象物の端面からそれぞれ所定距離だけ内側の複数の位置に、前記光源から出射された光をそれぞれ導光することを特徴とする請求項１記載の加工装置。

[請求項3] 前記導光部は、前記加工対象物の表面上の前記加工対象物の端面から所定距離だけ内側で、かつ前記加工対象物の厚み方向に相互に対面する位置に、前記光源から出射された光をそれぞれ導光して照射させることを特徴とする請求項２記載の加工装置。

[請求項4] 前記光源から前記導光部を経て前記加工対象物の表面に至る光路内に配置される集光レンズと、

前記集光レンズを通過して前記加工対象物の表面に照射される光の集光状態を変化させるための集光状態変化部とをさらに含むことを特徴とする請求項１～３のいずれか１つに記載の加工装置。

[請求項5] 前記加工対象物の表面上における光の照射位置と前記加工対象物の端面との距離は、５０μｍ以上２００μｍ以下であることを特徴する請求項１～４のいずれか１つに記載の加工装置。

[図1]

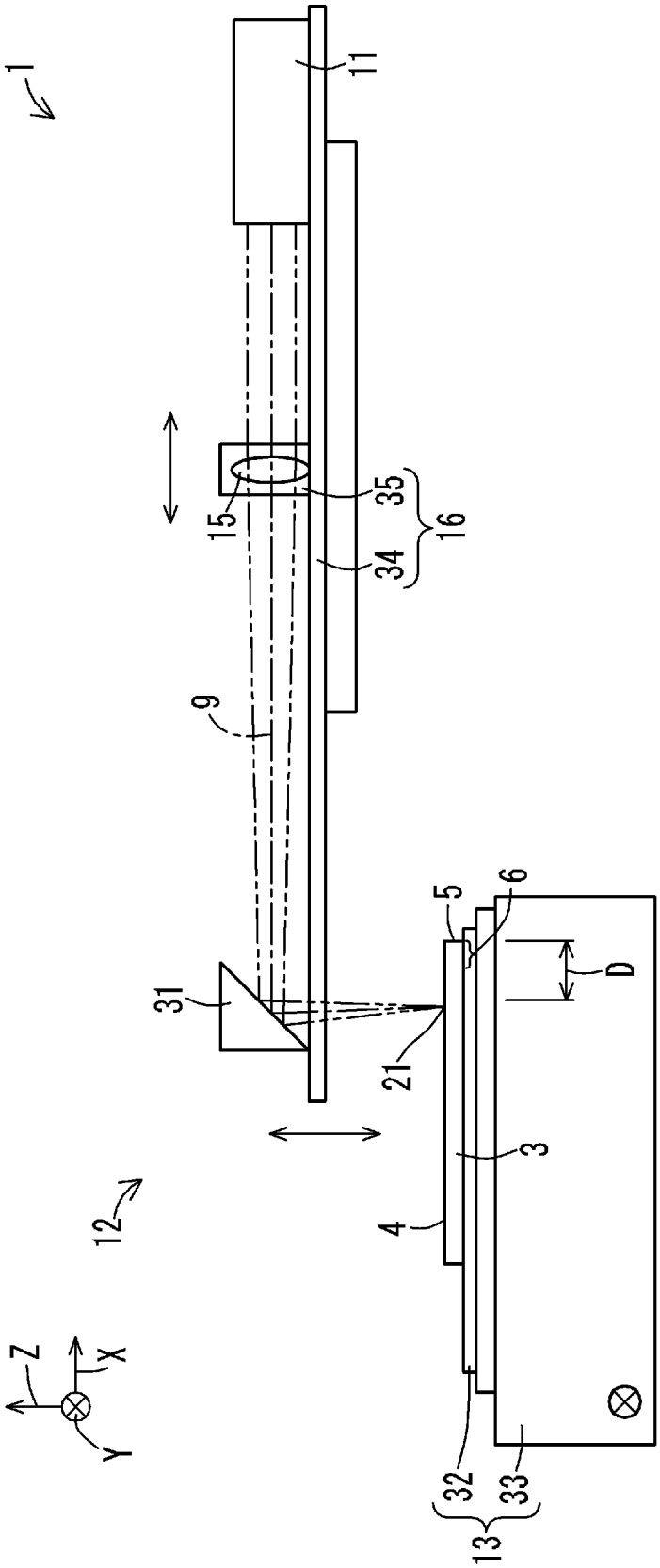
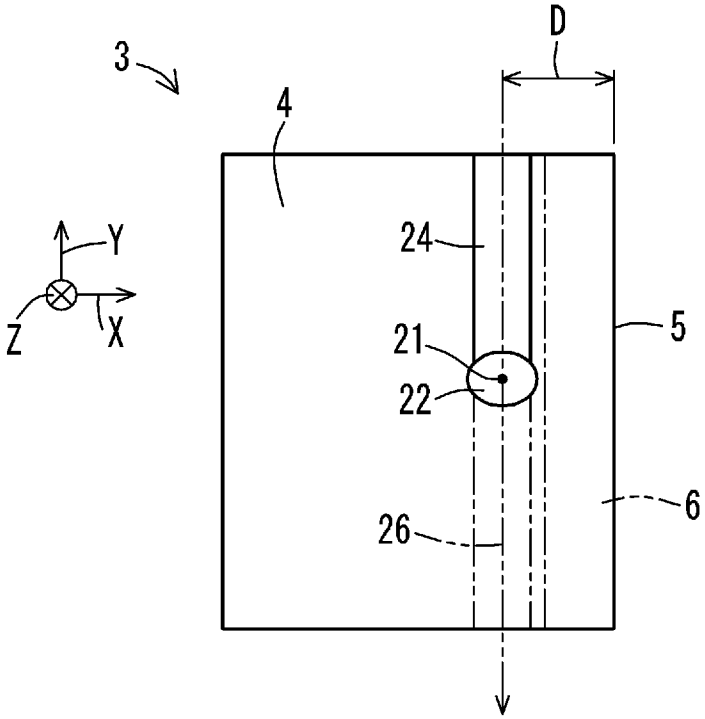


FIG. 1

[図2]

FIG. 2



[図3]

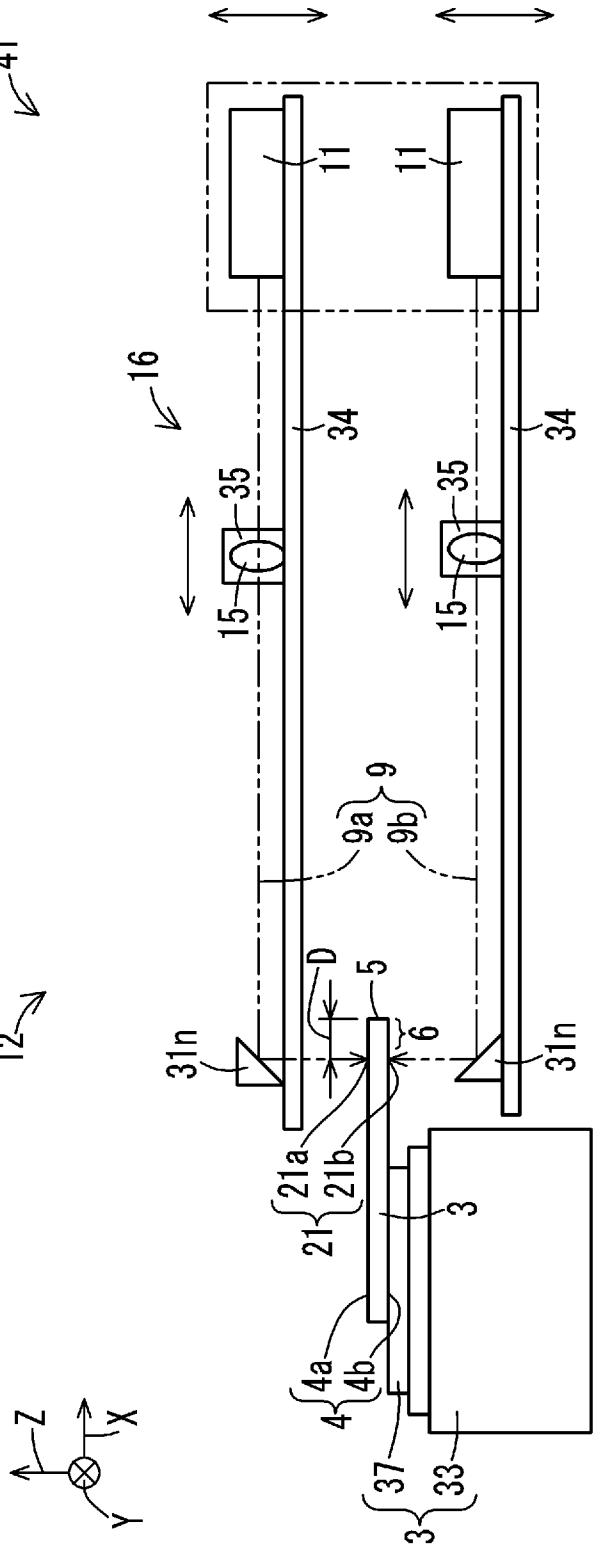
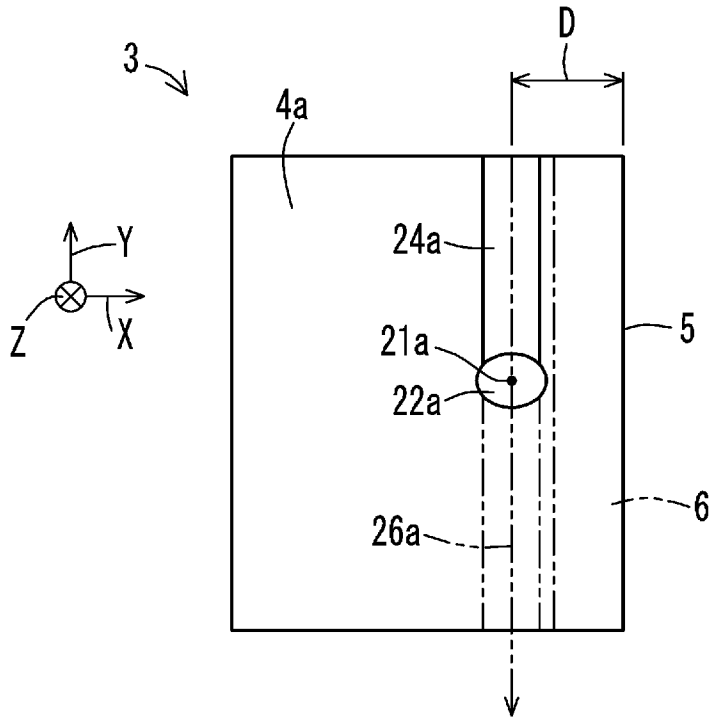

41
11
11
16
34
34
35
35
15
15
9
9a
9b
12
D
5
6
31n
31n
21a
21b
21
3
4a
4b
4
37
33
13
Z
X
Y

FIG. 3

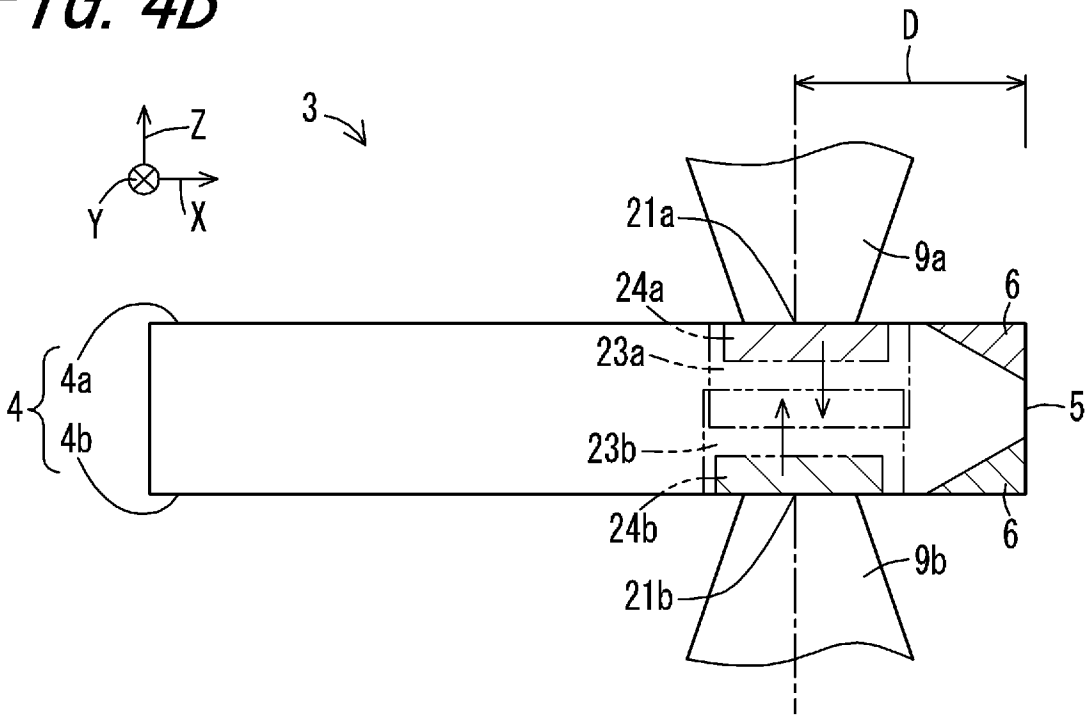
[図4A]

FIG. 4A



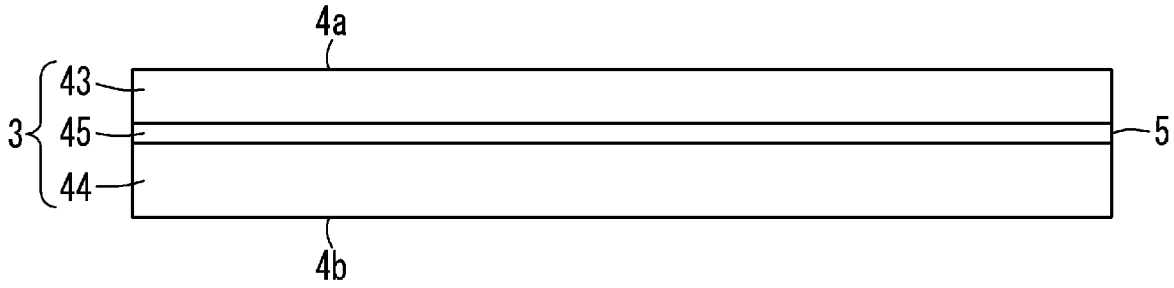
[図4B]

FIG. 4B



[図5]

FIG. 5



[図6]

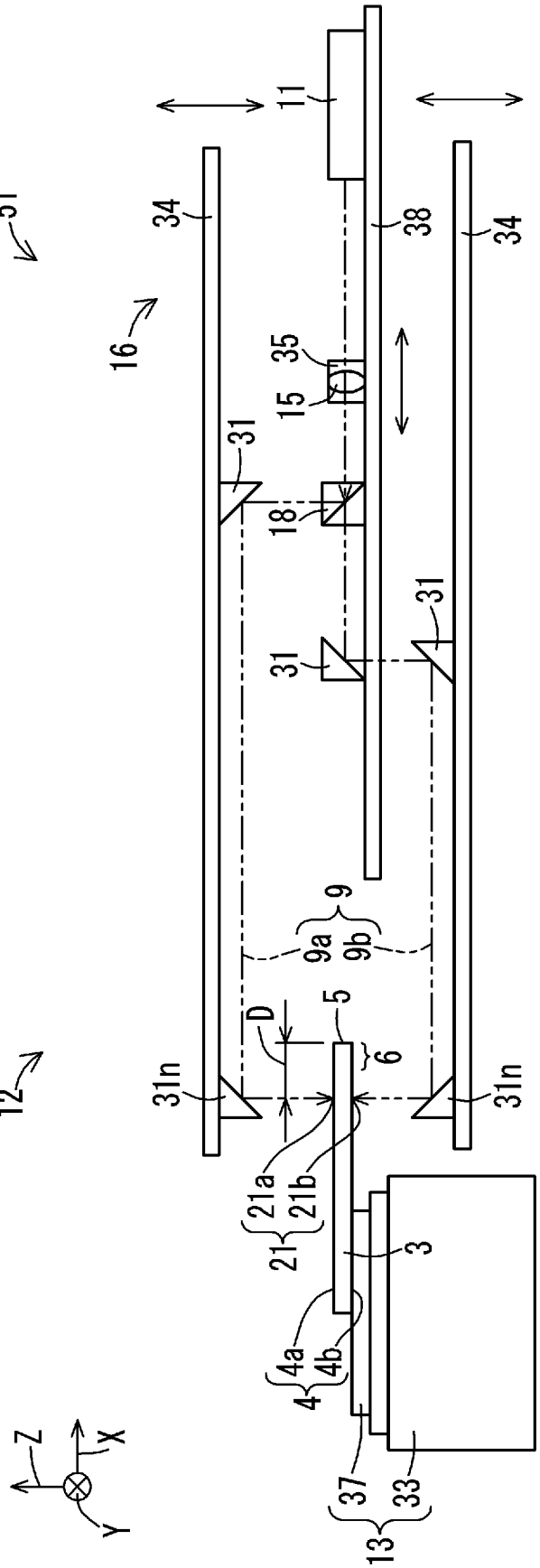

51
16
12
11
34
38
34
35
15
31
18
31
31
31
9
9a
9b
D
5
6
31n
31n
21a
21b
21
3
4a
4b
4
37
33
13
Z
X
Y

FIG. 6

[図7]

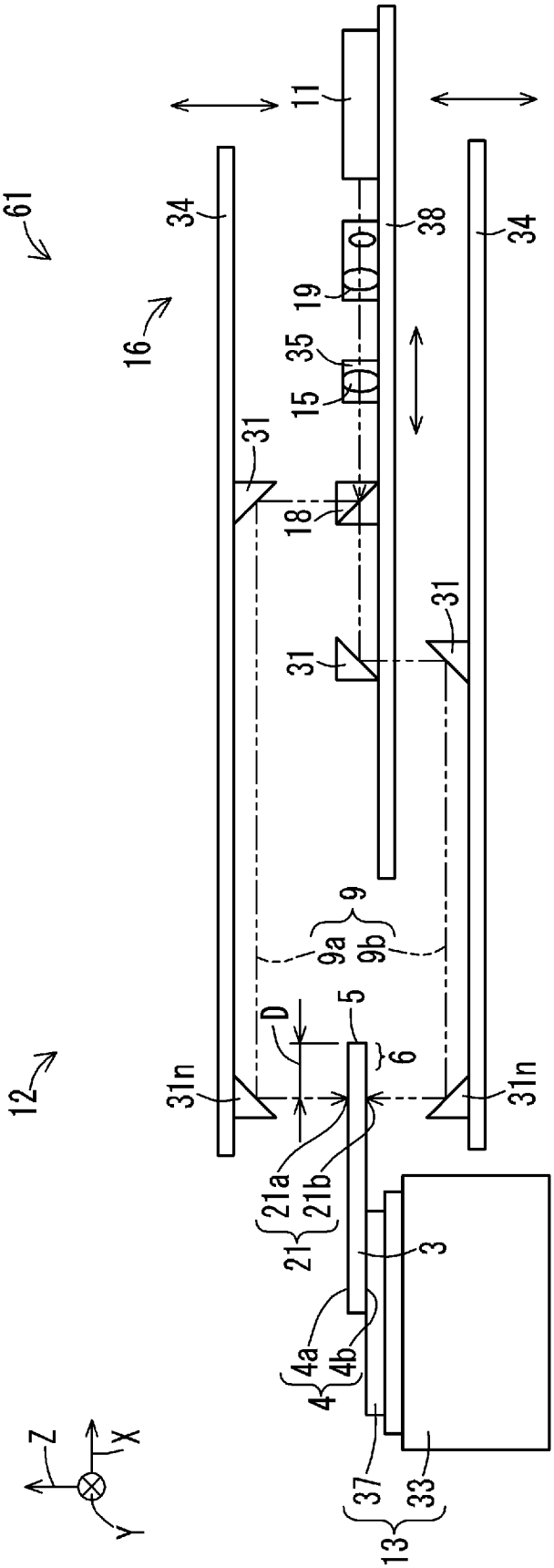
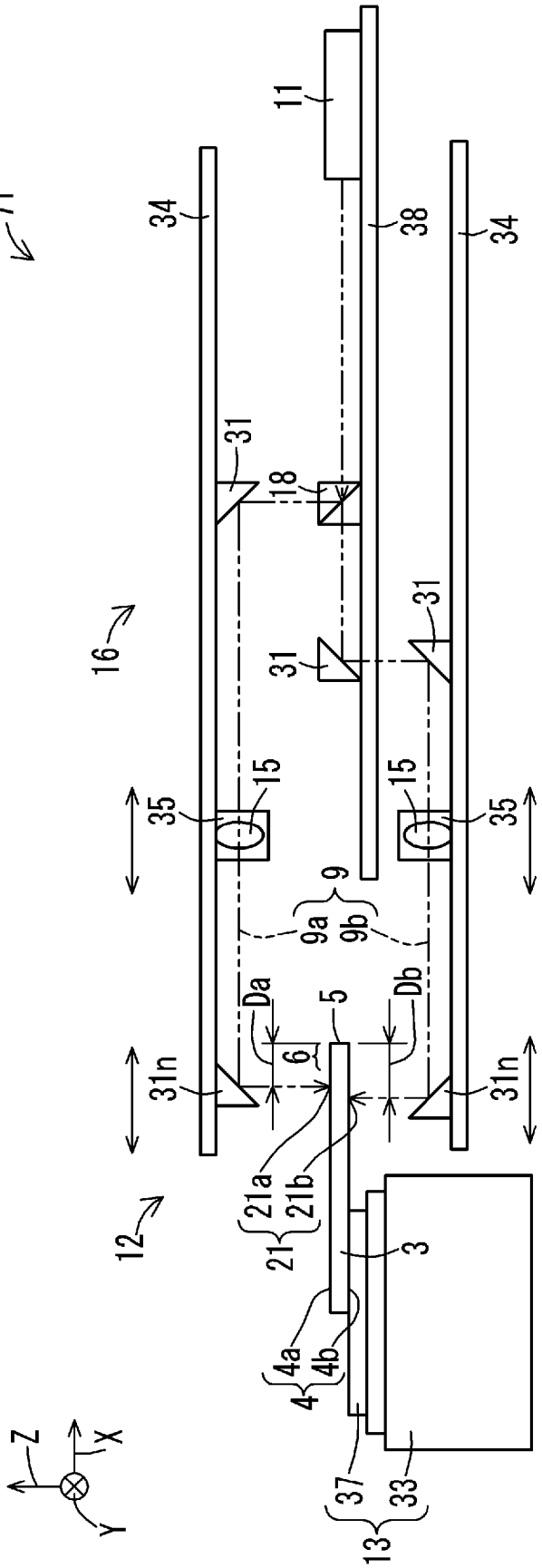

61
16
12
11
34
38
34
19
35
15
31
18
31
31
9
9a
9b
D
5
6
31n
31n
21a
21b
21
3
4a
4b
4
37
33
13
Z
X
Y

FIG. 7

[図8]

FIG. 8


71
11
34
38
34
31
18
31
31
16
15
15
35
35
9
9a
9b
Da
Db
5
6
31n
31n
21a
21b
21
12
3
4a
4b
4
37
33
13
Z
X
Y

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/082844

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B23K26/352(2014.01)i, *B23K26/04*(2014.01)i, *B23K26/046*(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)
B23K26/352, B23K26/04, B23K26/046, C03C23/00

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	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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	JP 2007-125582 A (Seiko Epson Corp.), 24 May 2007 (24.05.2007), paragraphs [0040] to [0050]; fig. 1 (Family: none)	1-5
Y	JP 2004-515366 A (LZH Laser Zentrum Hannover e.V.), 27 May 2004 (27.05.2004), paragraph [0072]; fig. 8 & WO 2002/048059 A1 & DE 10196861 D & AU 1918302 A & AT 301620 T & ES 2247002 T	1-5

☒ 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 04 February, 2014 (04.02.14)	Date of mailing of the international search report 10 February, 2014 (10.02.14)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/082844

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 2007-534499 A (LZH Laser Zentrum Hannover e.V.), 29 November 2007 (29.11.2007), paragraph [0055]; fig. 4 & US 2007/0299394 A1 & GB 409354 D & WO 2005/102424 A1	3-5

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１３／０８２８４４

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B23K26/352(2014.01)i, B23K26/04(2014.01)i, B23K26/046(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B23K26/352, B23K26/04, B23K26/046, C03C23/00

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

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１４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 2007-125582 A（セイコーエプソン株式会社）2007.05.24, 段落【００４０】－【００５０】,【図１】（ファミリーなし）	１－５
Y	JP 2004-515366 A（エルツェットハー　レーザーツェントルム ハノーファー　エー　ファウ）2004.05.27, 段落【００７２】, 【ＦＩＧ．８】 & WO 2002/048059 A1 & DE 10196861 D & AU 1918302 A & AT 301620 T & ES 2247002 T	１－５

☑　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の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	国際調査報告の発送日
０４．０２．２０１４	１０．０２．２０１４

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｐ　３９３５
青木　正博
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３６４

Ｃ（続き）．　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 2007-534499 A（エルツェットハー　レーザーツェントルム　ハノーファー　エー　ファウ）2007.11.29, 段落【００５５】,【図４】& US 2007/0299394 A1 & GB 409354 D & WO 2005/102424 A1	３－５