

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5667347号
(P5667347)

(45) 発行日 平成27年2月12日 (2015. 2. 12)

(24) 登録日 平成26年12月19日 (2014. 12. 19)

(51) Int. Cl.

F I

C O 3 B 33/09 (2006. 01)

C O 3 B 33/09

B 2 3 K 26/40 (2014. 01)

B 2 3 K 26/40

B 2 3 K 26/067 (2006. 01)

B 2 3 K 26/067

B 2 3 K 26/08 (2014. 01)

B 2 3 K 26/08

H

B 2 8 D 5/00 (2006. 01)

B 2 8 D 5/00

Z

請求項の数 10 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2009-154579 (P2009-154579)
 (22) 出願日 平成21年6月30日 (2009. 6. 30)
 (65) 公開番号 特開2011-11917 (P2011-11917A)
 (43) 公開日 平成23年1月20日 (2011. 1. 20)
 審査請求日 平成24年2月2日 (2012. 2. 2)

(73) 特許権者 390000608
 三星ダイヤモンド工業株式会社
 大阪府摂津市香露園32番12号
 (74) 代理人 110000202
 新樹グローバル・アイビー特許業務法人
 (72) 発明者 熊谷 一星
 大阪府吹田市南金田二丁目12番12号
 三星ダイヤモンド工業株式会社内
 (72) 発明者 清水 政二
 大阪府吹田市南金田二丁目12番12号
 三星ダイヤモンド工業株式会社内
 審査官 大工原 大二

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザ光によるガラス基板加工装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ガラス基板にレーザ光を照射して加工を行う加工装置であって、
 加工すべきガラス基板が載置されるワークテーブルと、
 レーザ光を出力するレーザ光出力部と、
 入力されたレーザ光を複数の点に集光させるための多点集光部と、
 前記複数の集光点を、それらの1つの中心軸の回りに回転させるための回転駆動機構と

、
 前記レーザ光出力部からのレーザ光を前記多点集光部に導く光学系と、
 前記1つの中心軸の回りに回転する複数の集光点のすべてを回転させた状態を維持しながら前記ガラス基板の表面に沿った平面内で任意の方向に走査するためのレーザ光走査部と、
 前記複数の集光点を前記ガラス基板表面と直交する方向に移動するためのz軸移動装置と、
 を備え、

加工ラインに沿って前記複数の集光点を走査する加工を、ガラス基板の下面から上面に向けて繰り返し実行し、加工ラインの内側を抜くことによって孔開け加工を行う、
 レーザ光によるガラス基板加工装置。

【請求項2】

前記多点集光部は、前記光学系を経て入力されたレーザ光を複数の光束に分岐させる回

10

20

折光学素子と、前記回折光学素子によって分岐されたそれぞれのビームを集光させる集光レンズと、を有する、請求項 1 に記載のレーザ光によるガラス基板加工装置。

【請求項 3】

前記 z 軸移動装置は、前記多点集光部及び前記レーザ光走査部を前記ガラス基板表面と直交する方向に移動する、請求項 1 又は 2 に記載のレーザ光によるガラス基板加工装置。

【請求項 4】

前記ワークテーブルを前記ガラス基板表面に沿った平面内で移動するためのワークテーブル移動装置をさらに備えた、請求項 1 から 3 のいずれかに記載のレーザ光によるガラス基板加工装置。

【請求項 5】

前記回転駆動機構は、内部の中空部に前記回折光学素子が支持された中空モータである、請求項 2 に記載のレーザ光によるガラス基板加工装置。

【請求項 6】

前記レーザ光走査部は、前記ガラス基板表面に沿った平面内において x 軸方向にレーザ光を走査するための x 方向ガルバノミラーと、前記ガラス基板表面に沿った平面内において前記 x 軸と直交する y 軸方向にレーザ光を走査するための y 方向ガルバノミラーと、を有している、請求項 1 から 5 のいずれかに記載のレーザ光によるガラス基板加工装置。

【請求項 7】

前記多点集光部は、円周上に等角度間隔で配置される複数の点にレーザ光を集光させる、請求項 1 から 6 のいずれかに記載のレーザ光によるガラス基板加工装置。

【請求項 8】

前記多点集光部は、直線状に並ぶ複数の点にレーザ光を集光させる、請求項 1 から 6 のいずれかに記載のレーザ光によるガラス基板加工装置。

【請求項 9】

前記集光レンズは f θ レンズである、請求項 2 に記載のレーザ光によるガラス基板加工装置。

【請求項 10】

前記ワークテーブルは前記ガラス基板の下面に当接して前記ガラス基板を支持する複数の支持部を有し、前記複数の支持部は前記ガラス基板の加工ライン以外の部分に位置している、請求項 1 から 9 のいずれかに記載のレーザ光によるガラス基板加工装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ガラス基板加工装置、特に、ガラス基板にレーザ光を照射して加工を行うガラス基板加工装置に関する。

【背景技術】

【0002】

レーザ光によるガラス基板加工装置としては、例えば特許文献 1 に示された装置が知られている。この種の加工装置では、波長が 532 nm 程度のグリーンレーザ光がガラス基板等のワークに照射される。グリーンレーザ光は、一般的にはガラス基板を透過するが、レーザ光を集光し、その強度があるしきい値を越えると、ガラス基板はレーザ光を吸収することになる。このような状態では、レーザ光の集光部にプラズマが発生し、これによりガラス基板は蒸散する。以上のような原理を利用して、ガラス基板に孔を形成する等の加工が可能である。

【0003】

また、特許文献 2 には、レーザ光を、ワークの表面上で、円、楕円等の軌跡を描くように回転させたり、左右、上下、斜め等、任意の方向に走査させたりするためのレーザ加工装置が示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

20

30

40

50

【 0 0 0 4 】

【特許文献 1】特開 2 0 0 7 - 1 1 8 0 5 4 号公報

【特許文献 2】特開平 8 - 1 9 2 2 8 6 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

前述のような従来のレーザ光による加工装置を用いて、ガラス基板に例えば孔を形成する場合、孔の円周（加工ライン）に沿ってレーザ光を走査し、その加工ラインの内部を抜き落とすことにより孔を形成している。また、その際に、特許文献 2 に示されたような機構を用い、レーザ光を螺旋回転させながら加工を行うことにより、加工を容易にしている。

10

【 0 0 0 6 】

しかし、従来のレーザ光を用いたガラス基板の加工方法では、加工時間がかかるという問題がある。したがって、加工時間の短縮化が望まれている。

【 0 0 0 7 】

本発明の課題は、レーザ光を用いたガラス基板の加工に際し、加工時間を短縮することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 8 】

請求項 1 に係るレーザ光によるガラス基板加工装置は、加工すべきガラス基板が載置されるワークテーブルと、レーザ光を出力するレーザ光出力部と、入力されたレーザ光を複数の点に集光させるための多点集光部と、複数の集光点をそれらの 1 つの中心軸の回りに回転させるための回転駆動機構と、レーザ光出力部からのレーザ光を多点集光部に導く光学系と、1 つの中心軸の回りに回転する複数の集光点のすべてを 回転させた状態を維持しながら ガラス基板の表面に沿った平面内で任意の方向に走査するためのレーザ光走査部と、を備えている。

20

【 0 0 0 9 】

この装置では、レーザ光出力部から出力されたレーザ光は、光学系を経て多点集光部に入力される。多点集光部に入力されたレーザ光は、複数の分岐され、さらに複数の点に集光させられる。複数の集光点は 1 つの中心軸の回りに回転させられ、かつレーザ光走査部によって任意の方向に走査される。

30

【 0 0 1 0 】

ここでは、複数の集光点が形成され、この複数の集光点は回転されかつ加工ラインに沿って走査され、これによりガラス基板が加工される。このため、従来の 1 つの集光点による加工に比較して加工時間が短縮できる。

【 0 0 1 1 】

請求項 2 に係るレーザ光によるガラス基板加工装置は、請求項 1 の装置において、多点集光部は、光学系を経て入力されたレーザ光を複数の光束に分岐させる回折光学素子と、回折光学素子によって分岐されたそれぞれのビームを集光させる集光レンズと、を有する。

40

【 0 0 1 2 】

請求項 3 に係るレーザ光によるガラス基板加工装置は、請求項 2 の装置において、複数の集光点をガラス基板表面と直交する方向に移動するための z 軸移動装置をさらに備えている。

【 0 0 1 3 】

この装置では、複数の集光点をガラス基板表面と直交する z 軸方向に移動させることができる。このため、種々の板厚のガラス基板に対して加工が可能となる。

【 0 0 1 4 】

請求項 4 に係るレーザ光によるガラス基板加工装置は、請求項 3 の装置において、z 軸

50

移動装置は、多点集光部及びレーザ光走査部をガラス基板表面と直交する方向に移動する。

【0015】

ここでは、多点集光部及びレーザ光走査部を z 軸方向に移動させることにより、集光点をガラス基板の厚み方向である z 軸方向で移動させることができる。

【0016】

請求項5に係るレーザ光によるガラス基板加工装置は、請求項1から4のいずれかの装置において、ワークテーブルをガラス基板表面に沿った平面内で移動するためのワークテーブル移動装置をさらに備えている。

【0017】

ここでは、ワークテーブルを移動させることにより、レーザ光走査部の走査範囲を越えてワークを加工することができる。このため、レーザ光走査部の構成が簡単になる。また、ワークに対して広い範囲で加工が可能となる。

【0018】

請求項6に係るレーザ光によるガラス基板加工装置は、請求項2から5のいずれかの装置において、回転駆動機構は、内部の中空部に回折光学素子が支持された中空モータである。

【0019】

請求項7に係るレーザ光によるガラス基板加工装置は、請求項6の装置において、走査部は、ガラス基板表面に沿った平面内において x 軸方向にレーザ光を走査するための x 方向ガルバノミラーと、ガラス基板表面に沿った平面内において x 軸と直交する y 軸方向にレーザ光を走査するための y 方向ガルバノミラーと、を有している。

【0020】

ここでは、 x 方向ガルバノミラー及び y 方向ガルバノミラーによって、ガラス基板表面に沿った平面内において、任意の方向にレーザ光を走査することができる。

【0021】

請求項8に係るレーザ光によるガラス基板加工装置は、請求項7の装置において、多点集光部は、円周上に等角度間隔で配置される複数の点にレーザ光を集光させる。

【0022】

請求項9に係るレーザ光によるガラス基板加工装置は、請求項7の装置において、多点集光部は、直線状に並ぶ複数の点にレーザ光を集光させる。

【0023】

請求項10に係るレーザ光によるガラス加工装置は、請求項2から9のいずれかの装置において、集光レンズは $f\theta$ レンズである。

【0024】

請求項11に係るレーザ光によるガラス基板加工装置は、請求項1から10のいずれかの装置において、ワークテーブルはガラス基板の下面に当接してガラス基板を支持する複数の支持部を有している。そして、複数の支持部はガラス基板の加工ライン以外の部分に位置している。

【0025】

板厚の厚いガラス基板を加工する場合、まず、ガラス基板の下面近傍においてレーザ光を集光させ、その集光点を加工ラインに沿って走査して加工を行う。次に、集光点を上昇させ、その集光点を前記同様に加工ラインに沿って走査させて加工を行う。以上のような動作を繰り返してガラス基板に所望の加工を行う。すなわち、最初の段階でガラス基板の下面にレーザ光が集光させられるので、加工ラインにワークテーブルの支持部が位置すると、支持部がレーザ光によって焼損する場合がある。

【0026】

そこでこの請求項11に係る発明では、ワークテーブルの複数の支持部は、ガラス基板の加工ライン以外の部分に位置している。このため、レーザ光によって支持部が焼損するのを防止できる。

10

20

30

40

50

【発明の効果】

【0027】

以上のような本発明では、レーザ光を用いたガラス基板の加工において、従来に比較して加工時間の短縮化を図ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】本発明の一実施形態によるガラス基板加工装置の外観斜視図。

【図2】ワークテーブルの拡大斜視図。

【図3】レーザ照射ヘッドの構成を拡大して示す斜視図。

【図4】集光点を走査する動作を説明する模式図。

【図5】回折光学素子及びfθレンズの作用を説明する模式図。

【図6】集光点をz軸方向に制御する作用を説明する模式図。

【図7】別の実施形態による複数の集光点の配置を示す図。

【図8】さらに別の実施形態による集光点の配置を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0029】

〔全体構成〕

図1に本発明の一実施形態によるガラス基板加工装置の全体構成を示す。このガラス基板加工装置は、ガラス基板にレーザ光を照射して孔開け等の加工を行うための装置であり、ベッド1と、ワークとしてのガラス基板が載置されるワークテーブル2と、ガラス基板にレーザ光を照射するためのレーザ光照射ヘッド3と、を備えている。ここで、図1に示すように、ベッド1の上面に沿った平面において、互いに直交する軸をx軸、y軸とし、これらの軸に直交する鉛直方向の軸をz軸と定義する。また、x軸に沿った両方向（+方向及び-方向）をx軸方向、y軸に沿った両方向をy軸方向、z軸に沿った両方向をz軸方向と定義する。

【0030】

〔ワークテーブル及びその移動機構〕

＜ワークテーブル＞

ワークテーブル2は、矩形状に形成されており、ワークテーブル2の下方には、ワークテーブル2をx軸方向及びy軸方向に移動させるためのテーブル移動機構5が設けられている。

【0031】

ワークテーブル2は、図2に拡大して示すように、複数のブロック6を有している。この複数のブロック6は、図中、二点鎖線で示すガラス基板Gをワークテーブル2の表面から持ち上げて支持するための部材であり、ガラス基板Gの加工ラインL（破線で示す）を避けるために、ワークテーブル2の任意の位置に取り付けることが可能である。また、ワークテーブル2には複数の吸気口2aが格子状に形成されるとともに、各ブロック6には上下方向に貫通する吸気孔6aが形成されている。そして、ブロック6の吸気孔6aとワークテーブル2の吸気口2aとを接続することによって、ブロック6上に配置されるガラス基板Gを吸着固定することが可能である。なお、吸気のための機構は、周知の排気ポンプ等によって構成されており、詳細は省略する。

【0032】

＜テーブル移動機構＞

テーブル移動機構5は、図1に示すように、それぞれ1対の第1及び第2ガイドレール8, 9と、第1及び第2移動テーブル10, 11と、を有している。1対の第1ガイドレール8はベッド1の上面にy軸方向に延びて設けられている。第1移動テーブル10は、第1ガイドレール8の上部に設けられ、第1ガイドレール8に移動自在に係合する複数のガイド部10aを下面に有している。第2ガイドレール9は第1移動テーブル10の上面にx軸方向に延びて設けられている。第2移動テーブル11は、第2ガイドレール9の上部に設けられ、第2ガイドレール9に移動自在に係合する複数のガイド部11aを下面に

有している。第2移動テーブル11の上部には、固定部材12を介してワークテーブル2が取り付けられている。

【0033】

以上のようなテーブル移動機構5によって、ワークテーブル2は、x軸方向及びy軸方向に移動自在である。なお、第1及び第2移動テーブル10, 11は、詳細は省略するが、周知のモータ等の駆動手段によって駆動されるようになっている。

【0034】

[レーザ光照射ヘッド]

レーザ光照射ヘッド3は、図1及び図3に示すように、ベッド1の上面に配置された門型フレーム1aに装着されており、レーザ光出力部15と、光学系16と、内部に回折光学素子が組み込まれた中空モータ17と、x方向ガルバノミラー18と、y方向ガルバノミラー19と、集光レンズとしてのfθレンズ20と、を有している。また、レーザ光照射ヘッド3をx軸方向に移動させるためのx軸方向移動機構21と、中空モータ17、x方向ガルバノミラー18、y方向ガルバノミラー19、及びfθレンズ20をz軸方向に移動させるためのz軸方向移動機構22と、が設けられている。

【0035】

<レーザ光出力部>

レーザ光出力部15は従来と同様のレーザ管により構成されている。このレーザ光出力部15によって、波長532nmのグリーンレーザがy軸に沿ってワークテーブル2とは逆側に出射される。

【0036】

<光学系>

光学系16は、レーザ光出力部15からのレーザ光を中空モータ17に組み込まれた回折光学素子(後述)に導くものである。この光学系16は、図3に拡大して示すように、第1~第4ミラー25~28と、レーザ出力を計測するパワーモニタ29と、ビームエキスパンダ30と、を有している。

【0037】

第1ミラー25は、レーザ光出力部15の出力側の近傍に配置されており、y軸方向に出射されたレーザ光をx軸方向に反射する。第2ミラー26は、y軸方向において第1ミラー25と並べて配置されており、x軸方向に進行するレーザ光をy軸方向に反射して、ワークテーブル2側に導く。第3ミラー27は、中空モータ17の上方に配置されており、第2ミラー26によって反射されてきたレーザ光を下方(z軸方向)に導く。第4ミラー28は中空モータ17の横方向に近接して配置されており、第3ミラー27によって反射されてきたレーザ光を中空モータ17に導く。ビームエキスパンダ30は第2ミラー26と第3ミラー27との間に配置され、第2ミラー26によって反射されてきたレーザ光を一定の倍率の平行光束に拡げるために設けられている。このビームエキスパンダ30によって、レーザ光をより小さなスポットに集光させることが可能となる。

【0038】

<中空モータ>

中空モータ17は、図4の模式図で示すように、中心にx軸方向に延びる回転軸を有し、この回転軸を含む中央部17aが中空になっている。そして、この中空部17aに回折光学素子(Diffractive Optical Element: DOE)34が固定されている。回折光学素子34は、入力されたレーザ光を複数の光束に分岐するものである。

【0039】

<x, y方向ガルバノミラー>

x方向ガルバノミラー18及びy方向ガルバノミラー19は、周知のように、ガルバノスキャナーで使用されるミラーである。x方向ガルバノミラー18は、レーザ光のガラス基板上における集光点を、x軸方向に走査させるためのミラーである。また、y方向ガルバノミラー19は、レーザ光のガラス基板上における集光点を、y軸方向に走査させるためのミラーである。これらのミラー18, 19を駆動することによって、集光点をガラス

10

20

30

40

50

基板の表面に沿った平面内で任意の方向に走査することができる。

【 0 0 4 0 】

< f θ レンズ >

f θ レンズ 2 0 はレーザ光をガラス基板上あるいはガラス基板中の z 軸方向の任意の位置に集光させるためのレンズである。ただ、z 軸方向の集光位置は、x 軸方向及び y 軸方向とともに例えば 3 0 mm 程度の限られた範囲内でのみ制御可能である。

【 0 0 4 1 】

< レーザ照射ヘッドの支持及び搬送系 >

以上のようなレーザ照射ヘッド 3 は、前述のように、ベッド 1 の門型フレーム 1 a に支持されている。より詳細には、図 3 に示すように、門型フレーム 1 a の上面には x 軸方向に伸びる 1 対の第 3 ガイドレール 3 6 が設けられており、この 1 対の第 3 ガイドレール 3 6 及び図示しない駆動機構が x 軸方向移動機構 2 1 を構成している。そして、1 対の第 3 ガイドレール 3 6 には、支持部材 3 7 が移動自在に支持されている。支持部材 3 7 は、第 3 ガイドレール 3 6 に支持された横支持部材 3 8 と、横支持部材 3 8 のワークテーブル 2 側の一端から下方に伸びる縦支持部材 3 9 と、を有している。縦支持部材 3 9 の側面には、z 軸方向に伸びる 1 対の第 4 ガイドレール 4 0 が設けられており、この 1 対の第 4 ガイドレール 4 0 及び図示しない駆動機構が z 軸方向移動機構 2 2 を構成している。第 4 ガイドレール 4 0 には、z 軸方向に移動自在に第 3 移動テーブル 4 1 が支持されている。

【 0 0 4 2 】

そして、レーザ光出力部 1 5、第 1 ~ 第 3 ミラー 2 5 ~ 2 7、パワーモニタ 2 9、及びビームエキスパンダ 3 0 が、横支持部材 3 8 に支持されている。また、第 4 ミラー 2 8、中空モータ 1 7、x 及び y 方向ガルバノミラー 1 8、1 9、及び f θ レンズ 2 0 が、第 3 移動テーブル 4 1 に支持されている。

【 0 0 4 3 】

< レーザ照射ヘッドのまとめ >

以上のような各構成部材により、入力されたレーザ光を複数の点に集光させるための多点集光部と、複数の集光点を 1 つの回転軸の回りに回転させるための回転駆動機構と、1 つの回転軸の回りに回転する複数の集光点のすべてをガラス基板の表面に沿った平面内で任意の方向に走査するためのレーザ光走査部が構成されている。具体的には、多点集光部は、回折光学素子 3 4 及び f θ レンズ 2 0 により構成されている。回転駆動機構は中空モータ 1 7 により構成されている。レーザ光走査部は、x 方向ガルバノミラー 1 8 及び y 方向ガルバノミラー 1 9 により構成されている。

【 0 0 4 4 】

[動作]

次に、レーザ光によるガラス基板の加工動作について説明する。

【 0 0 4 5 】

まず、ワークテーブル 2 の表面に複数のブロック 6 を設置する。このとき、複数のブロック 6 は、図 2 に示すように、ガラス基板 G の加工ライン L を避けるように配置する。以上のようにして設置された複数のブロック 6 上に、加工すべきガラス基板 G を載置する。

【 0 0 4 6 】

次に、x 軸方向移動機構 2 1 によってレーザ照射ヘッド 3 を x 軸方向に移動し、またテーブル移動機構 5 によってワークテーブル 2 を y 軸方向に移動し、レーザ照射ヘッド 3 によるレーザ光の集光点が加工ライン L のスタート位置にくるように位置させる。

【 0 0 4 7 】

以上のようにしてレーザ照射ヘッド 3 及びガラス基板 G を加工位置に移動させた後、レーザ光をガラス基板に照射して加工を行う。ここでは、レーザ光出力部 1 5 から出射されたレーザ光は、第 1 ミラー 2 5 によって反射されて第 2 ミラー 2 6 に導かれる。なお、第 1 ミラー 2 5 に入射したレーザ光はパワーモニタ 2 9 によってレーザ出力が計測される。第 2 ミラー 2 6 に入射したレーザ光は y 軸方向に反射され、ビームエキスパンダ 3 0 によって光束が拡げられて第 3 ミラー 2 7 に導かれる。そして、第 3 ミラー 2 7 で反射され、

さらに第４ミラー２８で反射されたレーザー光は、中空モータ１７の中心部に設けられた回折光学素子３４に入力される。

【００４８】

回折光学素子３４と、 x 方向及び y 方向ガルバノミラー１８，１９と、 $f\theta$ レンズ２０と、によって、ガラス基板に複数の集光点が形成される。この動作について以下に詳細に説明する。

【００４９】

図５に、回折光学素子３４及び $f\theta$ レンズ２０による作用を模式的に示している。回折光学素子３４に入力されたレーザー光は、回折光学素子３４の仕様に応じて複数に分岐される。この例では、回折光学素子３４及び $f\theta$ レンズ２０によって、円周上に 90° 間隔で配置される４つの焦点（集光点）を形成する例を示している。そして、回折光学素子３４を中空モータ１７によって回転することにより、４つの集光点のすべてを、それらの中心軸Ｃを中心に回転させることができる。

【００５０】

そして、２つのガルバノミラー１８，１９を制御することによって、回転する４つの集光点のすべてを、加工ラインＬ（図２では矩形、図４では円形）に沿って走査させる。すなわち、４つの集光点はそれらの中心軸Ｃを中心に回転しながら加工ラインに沿って走査されることになる。

【００５１】

ここで、レーザー光による１回の加工でガラスが除去される高さは数十 μm である。したがって、ガラス基板Ｇに孔開け加工を行う場合、集光点を加工ラインに沿って一度だけ走査しても孔を形成すること、すなわち加工ラインの内側の部分を抜き落とすことは、一般的に困難である。

【００５２】

そこで通常は、まず、集光点（加工部位）がガラス基板の下面に形成されるように、 $f\theta$ レンズ２０を制御する（図６（ａ）参照）。この状態で集光点を加工ラインに沿って１周した後、 $f\theta$ レンズ２０を制御することにより、図６（ｂ）に示すように、集光点を上昇させる。そして、同様に集光点を加工ラインに沿って１周した後、さらに集光点を上昇させる。以上の動作を繰り返し実行することにより、加工ラインの内側部分を抜き落として孔を形成することができる。

【００５３】

なお、加工ラインが広範囲にわたり、 x 方向ガルバノミラー１８及び y 方向ガルバノミラー１９による走査範囲を越える場合がある。このような場合は、前述のような加工を行った後に、テーブル移動機構５によってワークテーブル２を x 軸方向及び y 軸方向に移動させて、ガラス基板の位置を変更する。そして、前述と同様にして、両ガルバノミラー１８，１９によってレーザー光を走査して加工すればよい。

【００５４】

〔特徴〕

（１）複数の集光点を形成し、かつこれらの集光点を回転させつつ走査してガラス基板を加工ラインに沿って加工するので、従来の装置に比較して加工時間を短縮することができる。

【００５５】

（２）レーザー照射ヘッド３を z 軸方向に移動させることができるので、種々の板厚のガラス基板に対しても加工が可能となる。

【００５６】

（３）ワークテーブル２を x 軸方向及び y 軸方向の両方向に移動させることができるので、 x 方向ガルバノミラー１８及び y 方向ガルバノミラー１９による走査範囲を越えてガラス基板を広範囲に加工することができる。

【００５７】

（４）集光レンズとして $f\theta$ レンズ２０を用いているので、走査範囲にわたって z 軸方

10

20

30

40

50

向の集光点の位置を精度良く維持できる。

【 0 0 5 8 】

(5) ワークテーブル 2 上に複数のブロック 6 を配置し、かつ複数のブロック 6 は加工ラインを避けて種々の位置に配置できるので、レーザ光によってブロック 6 が焼損するのを防止できる。また同様の理由により、加工ラインがブロック 6 によって制限を受けることがない。

【 0 0 5 9 】

[他の実施形態]

本発明は以上のような実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲を逸脱することなく種々の変形又は修正が可能である。

10

【 0 0 6 0 】

(a) 前記実施形態では、回折光学素子 3 4 及び $f \theta$ レンズ 2 0 によって、図 5 に示すように、円周上に等角度間隔で 4 つの集光点を形成したが、集光点の個数、配置はこれに限定されない。例えば、図 7 に示すように、直線状に並ぶ 4 つの集光点が形成されるようにしてもよい。この場合は、加工幅内において均一にレーザ光が照射されることになる。

【 0 0 6 1 】

また、図 8 に示すように、複数の集光点が放射状に配置されるように形成しても良い。具体的には、図 8 の例では、円周上に等角度間隔で 4 つの集光点が形成されるとともに、これらの集光点を含めて x 軸方向及び y 軸方向に、それぞれ直線状に等間隔で 4 つの集光点が並ぶように形成されている。

20

【 0 0 6 2 】

(b) 前記実施形態では、集光点を z 軸方向に移動させる機構として、中空モータ 1 7、 x 方向ガルバノミラー 1 8、 y 方向ガルバノミラー 1 9、及び $f \theta$ レンズ 2 0 を z 軸方向に移動させるための z 軸方向移動機構 2 2 を設けたが、中空モータ 1 7、 x 方向ガルバノミラー 1 8、 y 方向ガルバノミラー 1 9、及び $f \theta$ レンズ 2 0 を固定しておき、ワークテーブル 2 を z 軸方向に移動させるようにしても良い。

【 0 0 6 3 】

(c) 集光レンズとして $f \theta$ レンズを用いたが、集光レンズは、レーザ光を集光できるレンズであればよく、 $f \theta$ レンズに限定されない。

【 0 0 6 4 】

30

(d) 光学系の具体的な構成は前記実施形態に限定されない。レーザ光出力部 1 5 のレーザ光を、光軸の調整が容易で、かつ効果的に中空モータ 1 7 の回折光学素子 3 4 に入力できればよい。

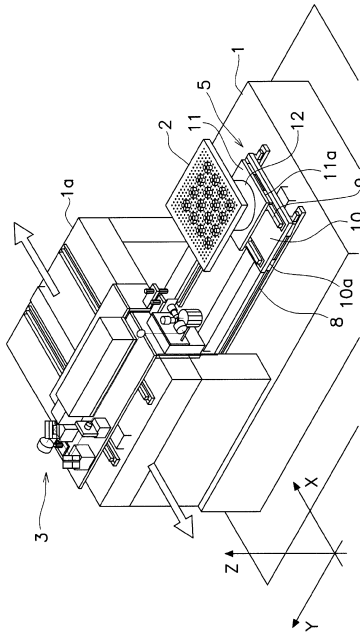
【 符号の説明 】

【 0 0 6 5 】

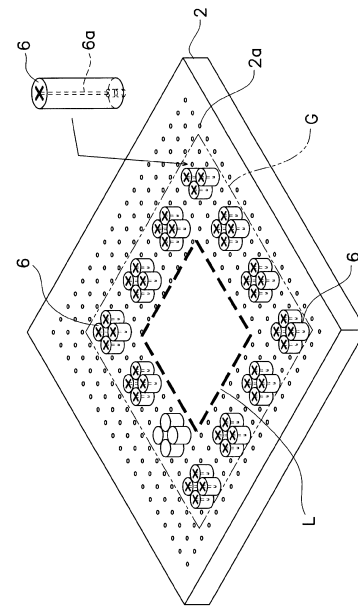
- 2 ワークテーブル
- 3 レーザ照射ヘッド
- 5 テーブル移動機構
- 6 ブロック (支持部材)
- 1 5 レーザ出力部
- 1 6 光学系
- 1 7 中空モータ
- 1 8 x 方向ガルバノミラー
- 1 9 y 方向ガルバノミラー
- 2 0 $f \theta$ レンズ
- 2 2 z 軸方向移動機構
- 3 4 回折光学素子

40

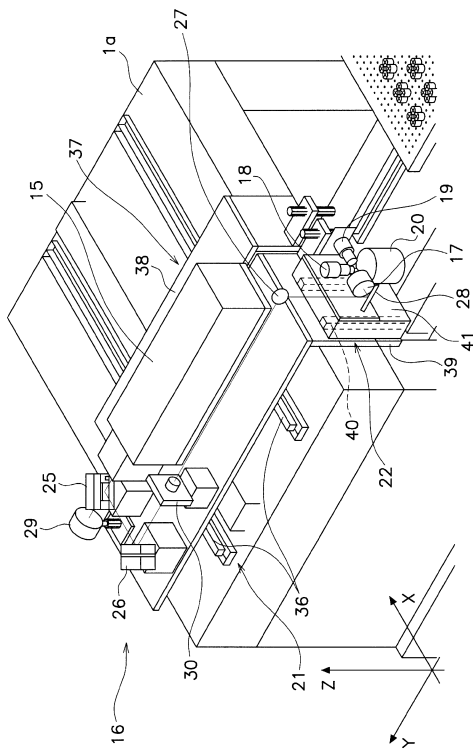
【図 1】



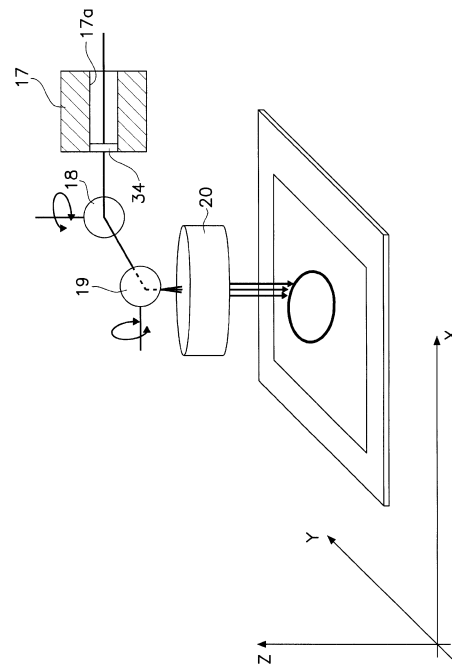
【図 2】



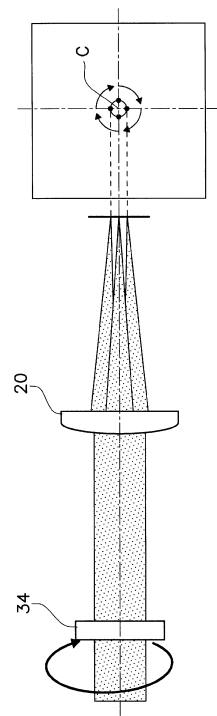
【図 3】



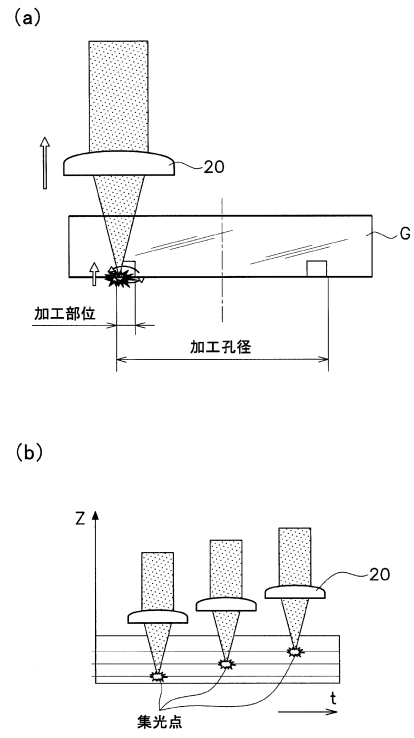
【図 4】



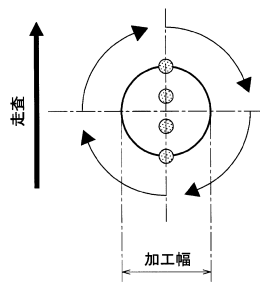
【図 5】



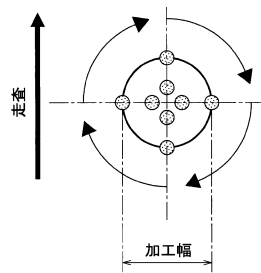
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-305585(JP,A)
特表2008-508180(JP,A)
特開2007-015169(JP,A)
特開2007-118054(JP,A)
特開平05-305467(JP,A)
特開2006-173651(JP,A)
国際公開第00/053365(WO,A1)
特開2004-262686(JP,A)
特開2004-268144(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C03B	23/00 - 35/26
C03B	40/00 - 40/04
B23K	26/00 - 26/70