

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5416492号  
(P5416492)

(45) 発行日 平成26年2月12日 (2014. 2. 12)

(24) 登録日 平成25年11月22日 (2013. 11. 22)

(51) Int. Cl.

F I

B 2 3 K 26/382 (2014. 01)

B 2 3 K 26/38 3 3 O

B 2 3 K 26/06 (2014. 01)

B 2 3 K 26/067

B 2 3 K 26/064 (2014. 01)

B 2 3 K 26/06 G

B 2 3 K 26/082 (2014. 01)

B 2 3 K 26/06 A

B 2 3 K 26/00 (2014. 01)

B 2 3 K 26/08 B

請求項の数 12 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2009-154578 (P2009-154578)  
 (22) 出願日 平成21年6月30日 (2009. 6. 30)  
 (65) 公開番号 特開2011-11212 (P2011-11212A)  
 (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 3 2 番 1 2 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 清水 政二  
 大阪府吹田市南金田二丁目 1 2 番 1 2 号  
 三星ダイヤモンド工業株式会社内  
 (72) 発明者 熊谷 一星  
 大阪府吹田市南金田二丁目 1 2 番 1 2 号  
 三星ダイヤモンド工業株式会社内

審査官 松本 公一

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、前記多点集光部から出射される複数のレーザ光の中心軸の回りに  
 回転させる回転機構と、  
 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、  
 前記複数の集光点の回転軸を、前記多点集光部から出力される複数のレーザ光の中心軸  
 から偏倚させる偏倚機構と、  
 前記中心軸から偏倚された前記複数の集光点を、前記ワークテーブルに載置されたガラ  
 ス基板の表面に沿った平面内で、前記中心軸の回りに回転走査するレーザ光走査部と、  
 を備えた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  
 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】

前記回転機構は、内部の中空部に前記回折光学素子が支持された第 1 中空モータである

10

20

、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 4】

前記偏倚機構は対向して配置された 2 枚のウェッジプリズムを有している、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】

前記偏倚機構は、前記 2 枚のウェッジプリズムの間隔を制御して前記中心軸の回りに回転する複数の集光点の回転半径を制御可能である、請求項 4 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、内部の中空部に前記 2 枚のウェッジプリズムが支持された第 2 中空モータである、請求項 4 又は 5 に記載のレーザ光によるガラス基板加工装置。

10

【請求項 7】

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 軸移動装置をさらに備えた、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 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 7 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 8 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。

20

【請求項 10】

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 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。

【請求項 11】

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 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。

【請求項 12】

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 11 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。

30

【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。

40

【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。

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2007-118054号公報

【特許文献2】特開平8-192286号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

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が形成される。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

【0006】

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。

【0007】

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。

【0008】

本発明の別の課題は、安価な構成で実現可能なレーザ光によるガラス基板加工装置を提供することにある。

20

【課題を解決するための手段】

【0009】

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、回転機構と、光学系と、偏倚機構と、レーザ光走査部と、を備えている。回転機構は、複数の集光点を、多点集光部から出射される複数のレーザ光の中心軸の回りに回転させる。光学系はレーザ光出力部からのレーザ光を多点集光部に導く。偏倚機構は、複数の集光点の回転軸を、多点集光部から出力される複数のレーザ光の中心軸から偏倚させる。レーザ光走査部は、中心軸から偏倚された複数の集光点を、ワークテーブルに載置されたガラス基板の表面に沿った平面内で、中心軸の回りに回転走査する。

30

【0010】

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。複数の集光点は多点集光部から出射される複数のレーザ光の中心軸の回りに回転される。また、複数の集光点の回転軸は、多点集光部から出力される複数のレーザ光の中心軸から所定の距離だけ偏倚させられる。この中心軸から偏倚された複数の集光点は、ガラス基板の表面に沿った平面内で、中心軸の回りに走査される。

【0011】

40

ここでは、複数の集光点が形成されて、この複数の集光点が回転される。さらに、複数の集光点の回転軸が偏倚され、この偏倚された複数の集光点が所定の回転半径で回転されて、円形の加工ラインに沿って走査される。このため、円形の加工ラインに沿ってガラス基板に加工を行う場合、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。また、複数の集光点を偏倚させるための構成は、例えば1対のウェッジプリズムを用いて実現できる。このため、レーザ光を走査するために一般的に用いられる2つのガルバノミラーが不要になり、装置全体を安価に実現できる。

【0012】

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、

50

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。

【 0 0 1 3 】

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、回転機構は、内部の中空部に回折光学素子が支持された第 1 中空モータである。

【 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 1 から 3 のいずれかの装置において、偏倚機構は対向して配置された 2 枚のウェッジプリズムを有している。

【 0 0 1 5 】

ここでは、簡単な機構で複数の集光点を偏倚させることができる。

10

【 0 0 1 6 】

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 4 の装置において、偏倚機構は、2 枚のウェッジプリズムの間隔を制御して中心軸の回りに回転する複数の集光点の回転半径を制御可能である。

【 0 0 1 7 】

ここでは、2 枚のウェッジプリズムの間隔を制御するだけで、円形の加工ラインの回転半径を変えることができる。

【 0 0 1 8 】

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 4 又は 5 の装置において、レーザ光走査部は、内部の中空部に 2 枚のウェッジプリズムが支持された第 2 中空モータである。

20

【 0 0 1 9 】

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 1 から 6 のいずれかの装置において、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 2 0 】

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 2 1 】

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、z 軸移動装置は、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。

30

【 0 0 2 2 】

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 1 から 8 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。

【 0 0 2 3 】

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。

40

【 0 0 2 4 】

請求項 10 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 9 のいずれかの装置において、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。

【 0 0 2 5 】

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 9 のいずれかの装置において、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。

【 0 0 2 6 】

請求項 12 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 11 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

50

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。

【 0 0 2 7 】

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。

【 0 0 2 8 】

そこでこの請求項 1 2 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。

【発明の効果】

【 0 0 2 9 】

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。また、装置構成が簡単になり、装置のコストを抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 0 】

【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】第 2 中空モータの概略構成を示す断面図。

【図 6】回折光学素子及び集光レンズの作用を説明する模式図。

【図 7】集光点を z 軸方向に制御する作用を説明する模式図。

【図 8】別の実施形態による複数の集光点の配置を示す図。

【図 9】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】

【 0 0 3 1 】

〔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、ガラス基板に円形の加工ラインに沿ってレーザ光を照射し、孔開け等の加工を行うための装置である。この装置は、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。

【 0 0 3 2 】

〔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。

【 0 0 3 3 】

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

10

20

30

40

50

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 2 a 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 6 a が形成されている。そして、ブロック 6 の吸気孔 6 a とワークテーブル 2 の吸気口 2 a 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。

#### 【0034】

##### < 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 10 a 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 11 a 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。

#### 【0035】

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。

#### 【0036】

##### [ 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 1 a 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（後述）が組み込まれた第 1 中空モータ 17 と、内部に集光レンズ及び 1 対のウェッジプリズム（後述）が組み込まれた第 2 中空モータ 18 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、第 1 中空モータ 17 及び第 2 中空モータ 18 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。

#### 【0037】

##### < 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 532 nm 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。

#### 【0038】

##### < 光学系 >

光学系 16 は、レーザ光出力部 15 からのレーザ光を第 1 中空モータ 17 に組み込まれた回折光学素子に導くものである。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。

#### 【0039】

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 及び第 4 ミラー 28 は、第 1 中空モータ 17 の上方に配置されている。第 3 ミラー 27 は第 2 ミラー 26 によって反射されてきたレーザ光を x 軸方向に導く。第 4 ミラー 28 は第 3 ミラー 27 によって反射されてきたレーザ光を下方（z 軸方向）に反射して、第 1 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。

【0040】

<第1中空モータ>

第1中空モータ17は、図4の模式図で示すように、中心にz軸方向に延びる回転軸Rを有し、この回転軸R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)32が固定されている。回折光学素子32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。このような構成により、回折光学素子32は第1中空モータ17の中心軸(回転軸R)の回りに回転させられるようになっている。

10

【0041】

<第2中空モータ>

第2中空モータ19は、図4の模式図で、また図5の断面図で示すように、中心にz軸方向に延びる回転軸を有している。この回転軸は、第1中空モータ17の回転軸Rと同軸である。この第2中空モータ19は、回転軸Rを含む中心部に中空部19aを有している。中空部19aには、第1筒状部材33aが固定されており、この第1筒状部材33aの内周部の一端に、第1ウェッジプリズム34aが設けられている。また、第1筒状部材33aの内周部には、第2筒状部材33bがz軸方向に沿って移動自在に設けられている。そして、この第2筒状部材33bの一端部には第2ウェッジプリズム34bが固定され、他端部には集光レンズ35が固定されている。

20

【0042】

このような構成により、1対のウェッジプリズム34a, 34bと集光レンズ35とを、第2中空モータ19の中心軸(回転軸R)の回りに回転させることができる。また、第1ウェッジプリズム34aに対して第2ウェッジプリズム34bを接近、離反させることが可能である。

【0043】

なお、ここでは、集光レンズ35を第2ウェッジプリズム34bとともに第2筒状部材33bに固定したが、集光レンズ35は第2中空モータ19とは別に単独で配置するようにしても良い。

【0044】

<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1a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1aの上面にはx軸方向に延びる1対の第3ガイドレール36が設けられており、この1対の第3ガイドレール36及び図示しない駆動機構がx軸方向移動機構21を構成している。そして、1対の第3ガイドレール36には、支持部材37が移動自在に支持されている。支持部材37は、第3ガイドレール36に支持された横支持部材38と、横支持部材38のワークテーブル2側の一端側から下方に延びる縦支持部材39と、を有している。縦支持部材39の側面には、z軸方向に延びる1対の第4ガイドレール40が設けられており、この1対の第4ガイドレール40及び図示しない駆動機構がz軸方向移動機構22を構成している。第4ガイドレール40には、z軸方向に移動自在に第3移動テーブル41が支持されている。

30

40

【0045】

そして、レーザ光出力部15、第1～第4ミラー25～28、パワーモニタ29、及びビームエキスパンダ30が、横支持部材38に支持されている。また、第3移動テーブル41にはモータ支持部材42が固定されており、このモータ支持部材42に、第1中空モータ17及び第2中空モータ19が支持されている。

【0046】

<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、複数の集光点を多点集光部から出射される複数のレーザ光の中心軸の回りに

50

回転させるための回転機構が形成されている。また、複数の集光点の回転軸を多点集光部から出力される複数のレーザ光の中心軸から偏倚させる偏倚機構と、中心軸から偏倚された複数の集光点をワークテーブルに載置されたガラス基板の表面に沿った平面内で中心軸の回りに回転させるレーザ光走査部と、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 2 及び集光レンズ 3 5 により構成されている。回転機構は第 1 中空モータ 1 7 により構成され、レーザ光走査部は第 2 中空モータ 1 9 により構成されている。また、偏倚機構は、1 対のウェッジプリズム 3 4 a , 3 4 b により構成されている。

【 0 0 4 7 】

〔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。

10

【 0 0 4 8 】

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 9 】

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 5 0 】

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 2 8 で反射されたレーザ光は、第 1 中空モータ 1 7 の中心部に設けられた回折光学素子 3 2 に入力される。

20

【 0 0 5 1 】

回折光学素子 3 2 と、集光レンズ 3 5 と、1 対のウェッジプリズム 3 4 a , 3 4 b 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。

30

【 0 0 5 2 】

まず、回折光学素子 3 2 と集光レンズ 3 5 による作用を図 6 に模式的に示している。ここでは、説明の便宜上、1 対のウェッジプリズムについては省略している。この図 6 に示すように、回折光学素子 3 2 に入力されたレーザ光は、回折光学素子 3 2 の仕様に応じて複数の分岐される。この例では、回折光学素子 3 2 及び集光レンズ 3 5 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 3 2 を第 1 中空モータ 1 7 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。

【 0 0 5 3 】

40

以上のような集光レンズ 3 5 から出力されるレーザ光を、1 対のウェッジプリズム 3 4 a , 3 4 b を通過させることにより、図 4 に示すように、第 1 中空モータ 1 7 の中心軸（回転軸 R）から半径 r だけ偏倚させることができる。すなわち、集光レンズ 3 5 から出射したレーザ光は、第 2 ウェッジプリズム 3 4 b を通過することによって だけ屈折される。そして、この屈折したレーザ光がさらに第 1 ウェッジプリズム 3 4 a を通過することにより、レーザ光は第 2 ウェッジプリズム 3 4 b によって屈折された角度と同じ角度だけ逆に だけ屈折される。これにより、4 つの集光点の回転軸 C は第 1 中空モータ 1 7 の中心軸に対して平行に半径 r だけ偏倚されることになる。

【 0 0 5 4 】

そして、第 1 及び第 2 ウェッジプリズム 3 4 a , 3 4 b を第 2 中空モータ 1 8 によって

50



回転させることにより、回転する４つの集光点のすべてを、半径  $r$  の円形の加工ライン  $L$  に沿って走査させることができる。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円形の加工ライン  $L$  に沿って走査されることになる。

【 0 0 5 5 】

なお、第２筒状部材 3 3 b を第１筒状部材 3 3 a に対して移動し、第１ウェッジプリズム 3 4 a と第２ウェッジプリズム 3 4 b との間隔を制御することによって、加工ライン  $L$  の半径  $r$  を制御することができる。

【 0 0 5 6 】

ここで、レーザ光による１回の加工でガラスが除去される高さは数十  $\mu\text{m}$  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。

【 0 0 5 7 】

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、集光レンズ 3 5 を含む第２中空モータ 1 9 の  $z$  軸方向の位置を  $z$  軸方向移動機構 2 2 によって制御する（図 7（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、第２中空モータ 1 9 の  $z$  軸方向の位置を制御することにより、図 7（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。

【 0 0 5 8 】

〔 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。

【 0 0 5 9 】

（２）レーザ照射ヘッド 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。

【 0 0 6 0 】

（３）加工ラインの走査のための構成を、１対のウェッジプリズム 3 4 a , 3 4 b によって構成しているので、走査のための構成が簡単になる。

【 0 0 6 1 】

（３）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 6 2 】

〔 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。

【 0 0 6 3 】

（a）前記実施形態では、回折光学素子 3 2 及び集光レンズ 3 5 によって、図 6 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 8 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 4 】

また、図 9 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 9 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。

## 【 0 0 6 5 】

( 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、集光レンズ 3 5 を含む第 2 中空モータ 1 9 を z 軸方向移動機構 2 2 によって移動させるようにしたが、集光レンズ 3 5 を含む第 2 中空モータ 1 9 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 6 】

( c ) 光学系の具体的な構成は前記実施形態に限定されない。レーザー光出力部 1 5 のレーザー光を、光軸の調整が容易で、かつ効果的に第 1 中空モータ 1 7 の回折光学素子 3 2 に入力できればよい。

## 【 符号の説明 】

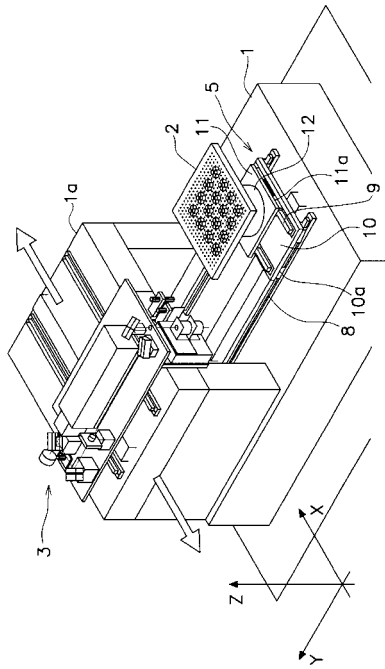
10

## 【 0 0 6 7 】

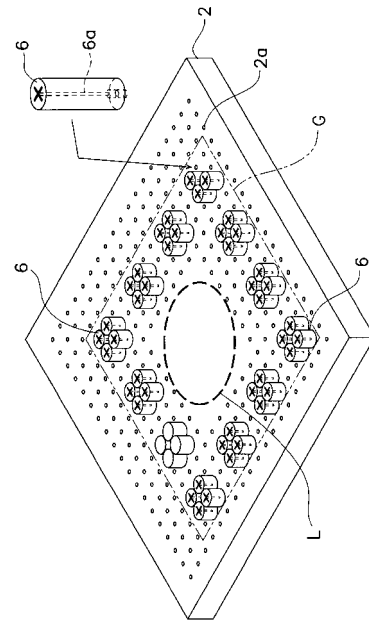
- 2   ワークテーブル
- 3   レーザー照射ヘッド
- 5   テーブル移動機構
- 6   ブロック ( 支持部材 )
- 1 5   レーザー出力部
- 1 6   光学系
- 1 7   第 1 中空モータ
- 1 9   第 2 中空モータ
- 2 1   x 軸方向移動機構
- 2 2   z 軸方向移動機構
- 3 2   回折光学素子
- 3 4 a , 3 4 b   ウェッジプリズム
- 3 5   集光レンズ
- G   ガラス基板
- L   加工ライン

20

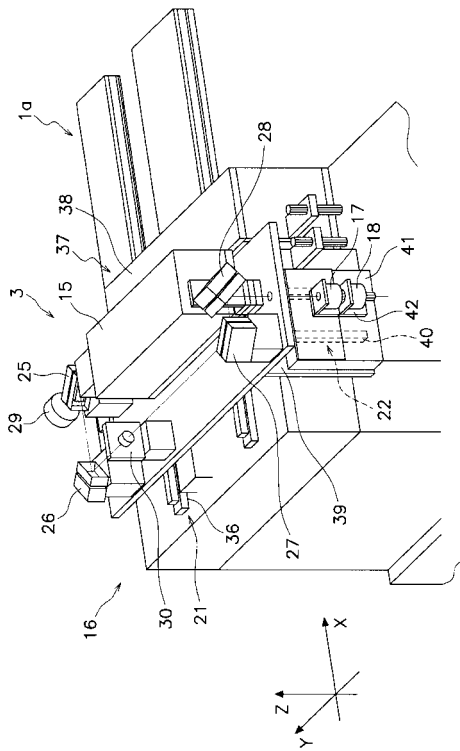
【図 1】



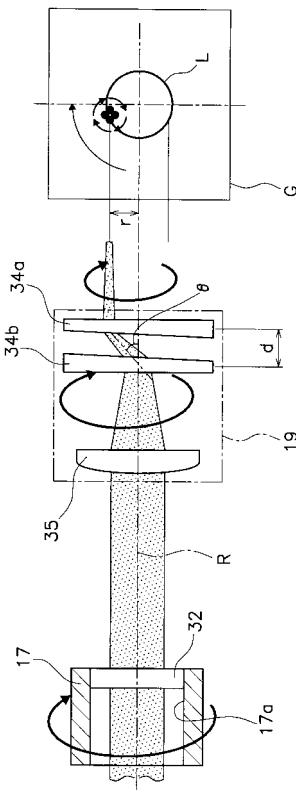
【図 2】



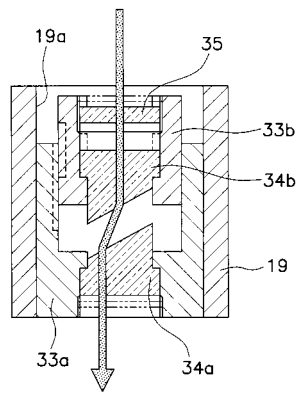
【図 3】



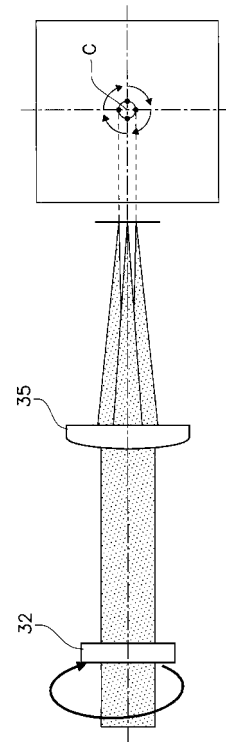
【図 4】



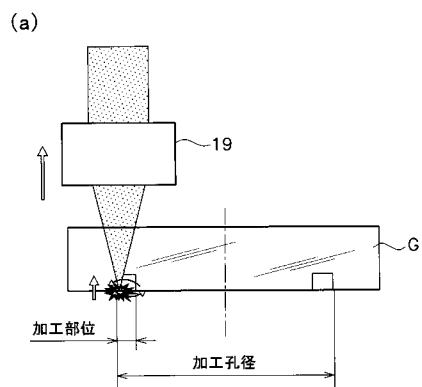
【図 5】



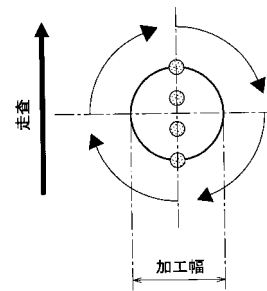
【図 6】



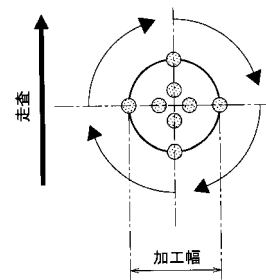
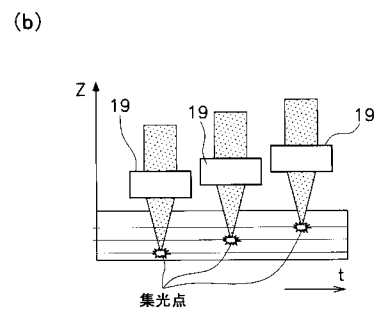
【図 7】



【図 8】



【図 9】



## フロントページの続き

(51) Int.Cl.			F I		
<b>C 0 3 B</b>	<b>33/04</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>B 2 3 K</b>	<b>26/00</b>	<b>G</b>
<b>C 0 3 C</b>	<b>23/00</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>C 0 3 B</b>	<b>33/04</b>	
<b>G 0 2 B</b>	<b>26/10</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>C 0 3 C</b>	<b>23/00</b>	<b>D</b>
<b>G 0 2 B</b>	<b>26/08</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>G 0 2 B</b>	<b>26/10</b>	<b>1 0 8</b>
			<b>G 0 2 B</b>	<b>26/08</b>	<b>D</b>

- (56)参考文献 特開平 0 8 - 0 5 7 5 8 5 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 0 - 1 9 7 9 8 2 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 1 - 2 5 9 8 7 8 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 3 - 1 1 7 6 7 5 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 3 - 3 0 5 5 8 5 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 4 - 2 6 8 1 4 4 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 6 - 2 5 3 6 7 1 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 6 - 2 7 2 3 8 4 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 7 - 1 1 8 0 5 4 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 7 - 2 5 3 2 0 3 ( J P , A )  
 特開 2 0 0 8 - 0 8 7 0 0 0 ( J P , A )

## (58)調査した分野(Int.Cl. , D B名)

**B 2 3 K**    **2 6 / 0 0 -**    **2 6 / 4 2**  
**C 0 3 B**    **3 3 / 0 0 -**    **3 3 / 1 4**  
**H 0 1 S**    **3 / 0 0**  
**H 0 5 K**    **3 / 0 0**