

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5379384号  
(P5379384)

(45) 発行日 平成25年12月25日 (2013.12.25)

(24) 登録日 平成25年10月4日 (2013.10.4)

(51) Int. Cl.	F I
<b>B 2 3 K 26/38 (2006.01)</b>	B 2 3 K 26/38 3 2 0
<b>B 2 3 K 26/067 (2006.01)</b>	B 2 3 K 26/067
<b>B 2 3 K 26/06 (2006.01)</b>	B 2 3 K 26/06 Z
<b>B 2 3 K 26/40 (2006.01)</b>	B 2 3 K 26/40
<b>C O 3 B 33/08 (2006.01)</b>	C O 3 B 33/08

請求項の数 5 (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2008-34437 (P2008-34437)	(73) 特許権者	500269934 サイバーレーザー株式会社 東京都江東区青海二丁目7番4号
(22) 出願日	平成20年2月15日 (2008.2.15)	(74) 代理人	100109726 弁理士 園田 吉隆
(65) 公開番号	特開2009-190069 (P2009-190069A)	(74) 代理人	100101199 弁理士 小林 義教
(43) 公開日	平成21年8月27日 (2009.8.27)	(72) 発明者	高砂 一弥 東京都江東区青海2-38 テレコムセン タービル東棟 2階 サイバーレーザー株 式会社内
審査請求日	平成23年2月8日 (2011.2.8)	(72) 発明者	鎌田 将尚 東京都江東区青海2-38 テレコムセン タービル東棟 2階 サイバーレーザー株 式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザによる透明基板の加工方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板の表面または内部に集光点を合わせてレーザー光を照射することにより、当該基板の内部に自己収束効果による空洞を形成するレーザー加工装置であって、

基板に対して透明な波長を有し、基板100ps以下のパルス幅を有するレーザー光を発生させて出射するパルスレーザー光源と、そのレーザー光源から出射したレーザー光を分割する手段と、

分割されたレーザー光のそれぞれを、入射する側の基板表面(オモテ面)から異なる距離にある、基板の切断予定線に沿って離間して整列される複数集光点に集光させる集光レンズと、

前記基板の切断予定線に沿って、前記レーザー光をパルス状に照射しながら、前記基板に対して前記複数集光点を相対的に移動させる相対移動手段と、を備え

レーザー光照射によって、前記集光点付近に水平方向に間隔をあけて基板の内部に自己収束効果による複数の空洞を同時に形成することと、前記相対移動手段により前記集光点を相対的に移動するにあたり、基板のオモテ面とは反対側の面(ウラ面)に近い位置に形成された集光点が、オモテ面により近い位置に集光点を形成した集光点よりも先に走査されることを特徴とするレーザー加工装置。

【請求項2】

請求項1のレーザー加工装置であって、前記レーザー光を分割する手段が、偏光回転素子を入射側に有し、該偏光回転素子からの出射光が2枚の貼り合わされた偏光プリズムの一方

に入射し、貼り合わせ面にて反射光と他方の偏光プリズムへの透過光に分割される構造を有し、偏光回転素子の回転角変化に依存して、該反射光と該透過光との分割比率が決定するレーザ光分割装置であることを特徴とする、レーザ加工装置。

【請求項 3】

基板の表面または内部に集光点を合わせてレーザ光を照射することにより、当該基板の内部に自己収束効果による空洞を形成するレーザ加工方法であって、

基板に対して透明な波長を有し、基板 100 ps 以下のパルス幅を有するレーザ光を発生させて出射するステップと、そのレーザ光源から出射したレーザ光を分割するステップと、

分割されたレーザ光のそれぞれを、入射する側の基板表面（オモテ面）から異なる距離にある、基板の切断予定線に沿って離間して整列される複数集光点に集光させるステップと、

前記基板の切断予定線に沿って、前記レーザ光をパルス状に照射しながら、前記基板に対して前記複数集光点を相対的に移動させるステップ、とを備え

レーザ光照射によって、前記集光点付近に水平方向に間隔をあけて基板の内部に自己収束効果による複数の空洞を同時に形成することと、前記相対的に移動させるステップの際、基板のオモテ面とは反対側の面（ウラ面）に近い位置に形成された集光点が、オモテ面により近い位置に集光点を形成した集光点よりも先に走査されることを特徴とするレーザ加工方法。

【請求項 4】

空洞を基板のオモテ面またはウラ面の何れか一方または両方に達する空洞を形成する、請求項 3 に記載のレーザ加工方法。

【請求項 5】

前記のレーザ光を分割するステップにおいて、基板のオモテ面またはウラ面に最も近い空洞を形成する分割光の強度が他の分割光の強度よりも大きくなるように分割することを特徴とする、請求項 3 または 4 に記載のレーザ加工方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、レーザ加工装置及び加工方法に係り、ガラス基板などの加工物体に超短パルスレーザを照射して、その内部に自己収束効果による空洞を形成する装置及び方法に関するものである。

【背景技術】

【0002】

電子工業において液晶表示パネルやプラズマ表示パネルなどのパネル構成材料として、透明なガラス板が基板の間に画素を構成する要素の組み込みに用いられている。透明ガラス基板は表示パネルの製造コスト低減のため、大きなガラス基板を使用して、工程の途中で個別パネルに分割し、最終的な製品のサイズに仕上げる。この場合、大きな基板から切断する工程が必要で、その方法の一つとしてレーザを用いることが提示されている。超短パルスを用いる方法において、光軸方向に集光点の位置が異なる複数のスポットを形成する方法により基板の厚さ方向に加工部を複数形成することが特開 2006 - 130556 号公報の中に記載されている。この提示された方法ではレーザ発振器は単一でも複数でもよく、複数レーザビームを別々の集光レンズで同一光軸上において、異なる位置に集光点ができるようにビームスプリッタで 2 本のビームを同軸上に合致させて、基板に照射し、基板の深さ方向に複数の加工点を形成している。

【0003】

基板の厚さが大型化し、それに伴い基板厚みが増加すると、従来の深さ方向に複数の集光点を形成する方法では十分な基板分割するだけの加工量において不足する。即ち、深さを 2 点の集光点で確保するためには、超短パルスレーザの出力エネルギーを大幅に増加し

10

20

30

40

50

ないと加工量が得られない、また過大なエネルギーを投入すると加工部の体積の増加を生じ、切断加工幅の増加を伴い、基板材料歩留まりの低下を招く。複数集光点を形成することを試みると、複数の集光点を得る集光レンズの後の基板内の集光点までの光路長を長く確保しないとビームスプリッタで1本の加工用のレーザービームに束ねることが困難になる。これを実現するためには上記光路長を長くとることにより、収束ビームの開口数が小さくしないと困難になる。

【0004】

開口数を小さくすることは、集光点におけるビーム直径が大きくなり、そのために集光点におけるレーザーパワー密度が小さくなる、そのため加工を透明体に施すために要するパワー密度の閾値まで確保するには入射レーザーエネルギーを増大する必要性が発生する。従って、集光点数を増加することは、レーザー発出力エネルギーも集光点数の数の増加係数以上にレーザーパワーの増加が必要になる。このことは実用上の利点が見出せない。

10

【0005】

特開2007-142000号公報には、複数の集光点を基板内部に多格子吸収方法を用いて透明体内部に変質層を形成し、厚さ方向に複数の内部改質層を形成することで、基板分離工程においてスクライピングの加工幅を形成しないで割断によって基板分離を行う提案がされている。複数の集光点を作成する際、複数のレーザー光源を用いるので装置が高価となる。

【0006】

【特許文献1】米国再発行特許第37585号明細書

20

【特許文献2】特開2006-130566号公報

【特許文献3】特開2002-205180号公報

【特許文献4】特開昭56-129340号公報

【特許文献5】特開2004-111946号公報

【特許文献6】特開2007-142000号公報

【特許文献7】特開2004-337902号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

解決しようとする問題点は、固体レーザーの超短パルスの出力を用いて透明体を表面から高精度で効能率に加工を実施する方法とその装置を提供する際に、レーザー光源の低コスト化を図る点にある。

30

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するため、本発明では、

(1) 基板の表面または内部に集光点を合わせてレーザー光を照射することにより、当該基板の内部に自己収束効果による空洞を形成するレーザー加工装置であって、

基板に対して透明な波長を有し、基板100ps以下のパルス幅を有するレーザー光を発生させて出射するパルスレーザー光源と、そのレーザー光源から出射したレーザー光を分割する手段と、

40

分割されたレーザー光のそれぞれを、入射する側の基板表面(オモテ面)から異なる距離にある、基板の切断予定線に沿って離間して整列される複数集光点に集光させる集光レンズと、

前記基板の切断予定線に沿って、前記レーザー光をパルス状に照射しながら、前記基板に対して前記複数集光点を相対的に移動させる相対移動手段と、を備え

レーザー光照射によって、前記集光点付近に水平方向に間隔をあけて基板の内部に自己収束効果による複数の空洞を同時に形成することと、前記相対移動手段により前記集光点を相対的に移動するにあたり、基板のオモテ面とは反対側の面(ウラ面)に近い位置に形成された集光点が、オモテ面により近い位置に集光点を形成した集光点よりも先に走査されることを特徴とする。

50

(2) また、前記レーザー光を分割する手段が、偏光回転素子を入射側に有し、該偏光回転素子からの出射光が2枚の貼り合わされた偏光プリズムの一方に入射し、貼り合わせ面にて反射光と他方の偏光プリズムへの透過光に分割される構造を有し、偏光回転素子の回転角変化に依存して、該反射光と該透過光との分割比率が決定するレーザー光分割装置であることを特徴とする。

(3) また、偏光回転素子を入射側に有し、該偏光回転素子からの出射光が2枚の貼り合わされた偏光プリズムの一方に入射し、貼り合わせ面にて反射光と他方の偏光プリズムへの透過光に分割される構造を有し、偏光回転素子の回転角変化に依存して、該反射光と該透過光との分割比率が決定することを特徴とする。

【0009】

一方、本発明では、

(1) 基板の表面または内部に集光点を合わせてレーザー光を照射することにより、当該基板の内部に自己収束効果による空洞を形成するレーザー加工方法であって、

基板に対して透明な波長を有し、基板100ps以下のパルス幅を有するレーザー光を発生させて出射するステップと、そのレーザー光源から出射したレーザー光を分割するステップと、

分割されたレーザー光のそれぞれを、入射する側の基板表面(オモテ面)から異なる距離にある、基板の切断予定線に沿って離間して整列される複数集光点に集光させるステップと、

前記基板の切断予定線に沿って、前記レーザー光をパルス状に照射しながら、前記基板に対して前記複数集光点を相対的に移動させるステップ、とを備え

レーザー光照射によって、前記集光点付近に水平方向に間隔をあけて基板の内部に自己収束効果による複数の空洞を同時に形成することと、前記相対的に移動させるステップの際、基板のオモテ面とは反対側の面(ウラ面)に近い位置に形成された集光点が、オモテ面により近い位置に集光点を形成した集光点よりも先に走査されることを特徴とする。

(2) また、空洞を基板のオモテ面またはウラ面の何れか一方または両方に達する空洞を形成することを特徴とする。

(3) また、前記のレーザー光を分割するステップにおいて、基板のオモテ面またはウラ面に最も近い空洞を形成する分割光の強度が他の分割光の強度よりも大きくなるように分割することを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

単一のレーザー光源を用い、レーザー光を分割し、分割したビームのそれぞれが、基板内部または表面において区分的に自己収束効果による空洞が形成されるので、基板オモテ面(レーザー光が入射する側の基板面)からウラ面(オモテ面とは反対側の基板面)に亘って空洞が好ましくは連続的に多数形成されるので、

(1) 単一のレーザー光源を用いるので、経済的な装置または方法となる。

(2) その後の基板分割工程の際、分割に要する力が大幅に低下でき、分割時の歩留まりを向上することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0011】

本発明では、レーザー照射で加工対象物体内に自己収束作用を発生させることにより該物体を加工する方法を用いるので、この方法をまず説明する。これは、ガラス基板等の加工物体に対して透明となる波長の超短パルスレーザー光を用いて、加工物体内部に小さな直径のビームを集光点の焦点深度より長い範囲にわたってレーザー光進行方向に設け、加工物体内部に自己集束作用を発生させるものである。自己収束作用の発生により、レーザー光の進行方向に集光チャンネルが、ビームウェストよりも長い距離にわたって形成され、集光チャンネル部分に空洞が形成される。レーザー光による加工幅を小さくしたまま、レーザー光の進行方向の加工距離を通常のアブレーション加工よりも格段に大きくなるという特徴がある。

【0012】

10

20

30

40

50

超短パルスはモード同期レーザー発振器からの出力を所定のエネルギーまで例えばチタンサファイア増幅媒体で増幅し、そのパルスを必要に応じてパワーレベルを調整し、その出力レーザービームをレンズなどの集光光学系により集光させる。レーザービーム光軸方向の集光位置をガラス基板等加工物体の表面または内部の適当な位置に設定する。

#### 【0013】

ここで、超短パルスのレーザーとはパルス幅100ps以内のレーザーであり、好ましくは、パルス幅500fsないし10psである。また、被加工物体に対して透明となるとは、かならずしも加工物体が100%光を透過するという意味とは限らず、レーザー光がある程度透過できる場合も含まれるものとする。例えば、被加工物体をシリコン基板とすると、波長が1μmないし2μmである赤外の領域であればよい。

10

#### 【0014】

図1は本願発明である加工装置の実施例である。超短パルスレーザー発振器1、それから発射されたレーザービーム2を分割する分割手段71、分割されたレーザービームのそれぞれを集光させる集光レンズ群35、加工対象の基板72を配置するための基板搭載台52、及び基板搭載台52を移動するためXYテーブル49を有する。XYテーブル49はX方向の送りテーブル50とその下に配置されたY方向の送りテーブル51から構成される。XYテーブル49は周知の制御技術によって動作がプログラムされて高精度な位置、速度制御が行われながら加工線に沿って走査される。基板72はXYテーブル49の上に基板搭載台52を介して搭載される。加工対象基板はガラス製であり、例えばCorning社製Eagle2000(厚さ700μm)を用いることができる。

20

#### 【0015】

超短パルスレーザー発振器1においては、レーザー媒体の例として、チタンサファイア結晶(中心波長780nm)のほか、エルビウム添加ファイバー、イットリビウム添加ファイバー、Nd:YAG結晶、Nd:YVO4結晶、Nd:YLF結晶などがあげられる。ただし、ガラス基板を被加工物体とする場合、レーザー媒体はチタンサファイア結晶とするのが好ましい。このレーザービーム2をビーム分割手段71を利用して分割する。

#### 【0016】

ビーム分割手段71では、ミラー3で反射し、必要に応じて偏光回転素子4を通過させ、その後の偏光ビームスプリッタにおけるビームエネルギー分割比を調整する場合に備える。この偏光回転素子4を通過したビームをビームスプリッタ6によってビーム7とビーム8とに分割する、ビーム7は更にビームスプリッタ11においてビーム31とビーム32とに分割する、更にビーム32はビームスプリッタ14でビーム25とビーム26とに分割し、ビーム31はビームスプリッタ18によってビーム23とビーム24とに分割する。これらの光路内にはミラー12、13及び15がビーム光路方向の偏向に用いられている。一方、同様にビーム8はビームスプリッタ16、21及び22と光路偏向のミラー9、17、19及び20を用いて別々の平行なビーム27、28、29及び30に分割される。ビーム分割手段71によって、8本の平行なビーム23~30が発生する。

30

#### 【0017】

平行なビーム23~30の8本のビームはそれぞれ、集光レンズ群35内の集光レンズ36~43によって集光される。それらの集光レンズ36~43は、基板面に対して、少しずつ高さを高くして配置される。すなわち、集光レンズ36~43は傾斜した線44に沿った位置に設置される。集光レンズ36~43は開口数(NA)の大きなレンズを用いることが好ましい。開口数が大きいと、ビームスポットを小さくでき、レーザーパルスのエネルギー密度を大きくすることができるからである。

40

#### 【0018】

ビーム23の集光点46が、基板のより深い場所に集光点が形成されるように集光レンズ36は配置される。このビーム23は基板72のウラ面74付近に、自己収束作用によって空洞が形成される程度のエネルギーとパワー強度を持った強度に設定される。従ってウラ面には自己収束作用による空洞からなる溝又は離間した穴が形成される。

50

## 【 0 0 1 9 】

ビーム 2 4 はその集光点が先のビーム 2 3 の集光点より基板オモテ面に近い位置に形成されるように、集光レンズ 3 7 は集光レンズ 3 6 より上方に設置される。集光レンズ 3 8 ~ 4 3 もそれぞれに対応したビーム 2 5 ~ 3 0 の集光点が前の集光点よりも基板オモテ面 7 3 に接近するように、それぞれ前のレンズに比べてより上方となるように配置する。最後の集光レンズ 4 3 は対応したビーム 3 0 の集光点 4 5 がオモテ面 7 3 に最も近づき、好ましくは、オモテ面上となるように配置する。各ビーム 2 4 ~ 3 0 も自己収束作用によって空洞が形成される程度のエネルギーとパワー強度を持った強度に設定される。

## 【 0 0 2 0 】

以上に示したように、ビーム 2 3 ~ 3 0 の集光点は、基板 7 2 の内部のウラ面 7 4 に近い点 4 6 からオモテ面 7 3 に近い又はオモテ面 7 3 上に渡ってオモテ面及び内部の深さ 5 3 ~ 5 9 に形成される。このため、自己収束作用による空洞 8 3 ~ 9 0 が集光点数に対応して形成される。これらの集光点または空洞は、X 方向 4 7 に沿って一列に並ぶ。その方向が基板の切断予定線となる。

10

## 【 0 0 2 1 】

この装置で、基板 7 2 を切断予定線に沿って、レンズ群 3 5 で形成される集光点に対して相対的に移動する。すなわち、X Y テーブル 4 9 によって X 方向矢印 4 7 の向きに、基板搭載台 5 2 の移動を介して基板 7 2 を走査する。これにより、基板 7 2 内部に、ウラ面 7 4 に近い位置からオモテ面 7 3 に近い位置に自己収束作用による空洞 8 3 ~ 9 0 が順次形成される。

20

## 【 0 0 2 2 】

図では基板厚さを誇張して表示しているが、実際の基板は 1 mm 以下であるので基板内に接近して又は連続して空洞 8 3 ~ 9 0 を複数形成できる。従って、空洞 8 3 ~ 9 0 が多数ウラ面 7 4 からオモテ面 7 3 に向かって形成できる。基板走査により空洞は加工線を形成するので、この加工線に沿って基板 7 2 を分離することが容易になる。

## 【 0 0 2 3 】

図 2 にこの様子を示す。基板 7 2 の移動方向が X 方向矢印で 4 7 あり、集光レンズ 3 6 によるビーム 2 3 の集光点 4 6 が基板ウラ面 7 4 に最も近いので、基板ウラ面の空洞 8 3 が最初に形成される。基板 7 2 の移動により、順次上方に空洞 8 4 ~ 9 0 が積み重なる。空洞形成は集光点の数だけ（この例では 8 回）繰り返され、その結果として基板 7 2 の右側に示したように、基板オモテ面からウラ面にわたる直線状の空洞が形成される。この図のように、1 つの空洞はその上または下の空洞と連続的につながるように形成されることが望ましいが、かならずしも連続的としなくてもよい。該直線状の空洞は、基板 7 2 の走査により、X 方向に連続的に形成されて、基板分離の断面となる。

30

## 【 0 0 2 4 】

なお、初回に形成される空洞が基板ウラ面 7 4 に到達することと最後に形成される空洞が基板オモテ面 7 3 に到達することとのいずれかまたは両方が達成されることが望ましい。オモテ面またはウラ面の少なくとも一方に空洞を有すると基板分割が容易になり、また歩留まりの向上につながるからである。

## 【 0 0 2 5 】

図 1 におけるビームスプリッタ 6 は誘電体多層膜の蒸着ミラーを有する透明平板とすることができる。また、図 3 に示すような、2 枚の偏光プリズム 6 4 , 6 5 を貼り合わせてビームスプリッタ 6 3 を構成することができる。偏光プリズム 6 4 , 6 5 は方解石製のものが利用できる。ビームスプリッタ 6 3 において一方の偏光プリズム 6 5 に入射光 6 0 が入射し、貼り合わせ面にて入射光 6 0 は、透過光と反射光の 2 つに分割され、他の偏光プリズム 6 4 及びもとの偏光プリズム 6 5 から出射光 6 2 及び 6 2 がそれぞれ出射する。ビームスプリッタ 6 3 への入射ビーム 6 0 を事前に偏光回転素子 4 を通すと、偏光回転素子 4 の回転角度に依存して偏光方向が変わるので、透過光と反射光の比率が変化する。したがって該偏光回転素子の回転角度に依存してビームスプリッタ 6 3 からの出射光 6 1 及び 6 2 の分割割合を可変にすることが可能である。

40

50

## 【 0 0 2 6 】

ビーム分割の際に等分割するのではなく、分割されたビームに強度の差を設けることにより、加工材料に応じて分割の容易さから強度の配分を決定することが可能である。例えば、オモテ面 7 3 及びウラ面 7 4 にそれぞれ最も近い位置の集光点 4 5 または 4 6 を形成するビーム 3 0 または 2 3 を他のビームよりも強度を強く、例えば 3 倍の強度に設定することができる。基板内部の照射部におけるビームエネルギーはオモテ面又はウラ面に照射するエネルギーより低いエネルギーレベルに設定しても基板分割には有効に作用する。したがって、このようにビームの強度に差を設けると、合計で少ないレーザ光強度とすることができるので、ビーム分割手段 7 1 を通す前である、レーザ発振器 1 によるレーザビーム 2 の強度を小さくすることができる。

10

## 【 0 0 2 7 】

上記実施例では集光レンズを基板からの高さの変化量で基板内の加工位置を調整したが、集光レンズ 3 6 ~ 4 3 を同じ高さに配置して複数平行ビーム 2 3 ~ 3 0 の光路にビーム広がり角度の変化を互いに持たせ、集光レンズと合成特性で基板内の集光位置を調整することでもよい。また、上記実施例では、X Y テーブル 4 9 を移動させて基板 7 2 を移動することにより集光点と基板との相対移動を行ったが、レンズ群 3 5 及びビーム 2 3 ~ 3 0 を移動させることによっても相対移動は可能である。

## 【 0 0 2 8 】

以上本発明の実施例を説明した。特許請求の範囲に記載された発明の技術的思想から逸脱することなく、これらに変更を施すことができることは明らかである。

20

## 【産業上の利用可能性】

## 【 0 0 2 9 】

本発明は、液晶やプラズマなどの表示デバイスに用いられる透明ガラス基板分割切断の精密加工に適用できる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 3 0 】

【図 1】本発明の加工装置及び方法の 1 実施例を説明するための図。

【図 2】図 1 の装置または方法により、基板が加工される状況を示すための図。

【図 3】レーザ光を分割する手段の 1 実施例を示す。

## 【符号の説明】

30

## 【 0 0 3 1 】

1 : 超短パルスレーザ発振器

2 : レーザビーム

3 , 9 , 1 2 , 1 3 , 1 5 , 1 7 , 2 0 , 1 9 : ミラー

4 : 偏光回転素子

6 , 1 1 , 1 6 , 1 8 , 1 4 , 2 1 , 2 2 : ビームスプリッタ

2 3 ~ 3 0 : 分割されたビーム

3 5 : 集光レンズ群

3 6 ~ 4 3 : 集光レンズ

4 5 : ビーム 3 0 による集光点

40

4 6 : ビーム 2 3 による集光点

4 7 : X 方向矢印

4 8 : Y 方向

4 9 : X Y テーブル

5 0 : X 方向送りテーブル

5 1 : Y 方向送りテーブル

5 2 : 基板搭載台

5 3 ~ 5 9 : 内部の深さ

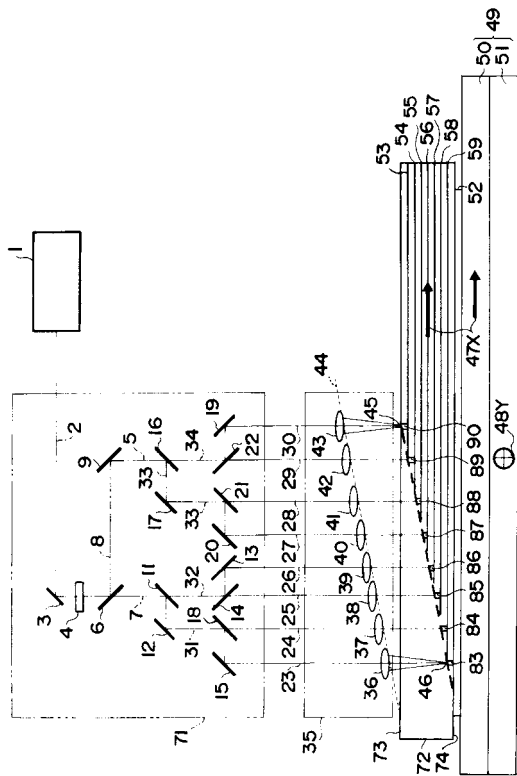
6 0 : ビームスプリッタへの入射光

6 1 , 6 2 : ビームスプリッタからの出射光

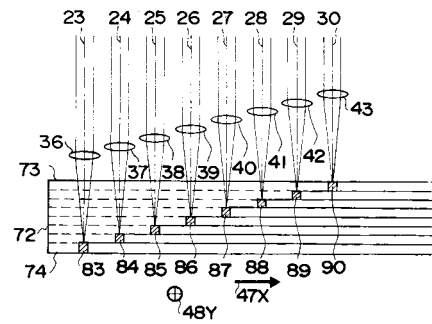
50

- 6 3 : ビームスプリッタ
- 6 4、6 5 : 方解石の偏光プリズム
- 7 1 : ビーム分割手段
- 7 2 : 基板
- 7 3 : 基板オモテ面
- 7 4 : 基板ウラ面
- 8 3 ~ 9 0 : 空洞

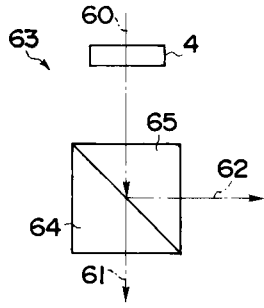
【図 1】



【図 2】



【 図 3 】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.		F I	
<i>C 0 3 C</i> 23/00 (2006.01)		<i>C 0 3 C</i> 23/00	D
<i>G 0 2 F</i> 1/1333 (2006.01)		<i>G 0 2 F</i> 1/1333	5 0 0
<i>G 0 2 F</i> 1/13 (2006.01)		<i>G 0 2 F</i> 1/13	1 0 1

(72)発明者 住吉 哲実  
東京都江東区青海2 - 3 8 テレコムセンタービル東棟 2階 サイバーレーザー株式会社内

審査官 青木 正博

(56)参考文献 特開2003 - 057422 (JP, A)  
特開2007 - 061825 (JP, A)  
特開2007 - 156185 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
B 2 3 K 2 6 / 0 0 - 2 6 / 4 2  
C 0 3 B 3 3 / 0 8  
C 0 3 C 2 3 / 0 0  
G 0 2 F 1 / 1 3  
G 0 2 F 1 / 1 3 3 3