

(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
2009年8月20日(20.08.2009)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2009/102002 A1

(51) 国際特許分類:

B23K 26/38 (2006.01) C03C 23/00 (2006.01)
B23K 26/06 (2006.01) G02F 1/13 (2006.01)
B23K 26/067 (2006.01) G02F 1/1333 (2006.01)
B23K 26/40 (2006.01) H01S 3/00 (2006.01)
C03B 33/08 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2009/052376

(22) 国際出願日: 2009年2月13日(13.02.2009)

(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 2008-034437 2008年2月15日(15.02.2008) JP

(71) 出願人(米国を除く全ての指定国について): サイバーレーザー株式会社(Cyber Laser Inc.)
[JP/JP]; 〒1358070 東京都江東区青海二丁目38番地 テレコムセンタービル Tokyo (JP).

(72) 発明者: および

(75) 発明者/出願人(米国についてのみ): 高砂 一弥
(TAKASAGO, Kazuya) [JP/JP]; 〒1358070 東京都江東区青海二丁目38番地 テレコムセンタービル サイバーレーザー株式会社内 Tokyo (JP). 鎌

田 将尚(KAMATA, Masanao) [JP/JP]; 〒1358070 東京都江東区青海二丁目38番地 テレコムセンタービル サイバーレーザー株式会社内 Tokyo (JP). 住吉 哲実(SUMIYOSHI, Tetsumi) [JP/JP]; 〒1358070 東京都江東区青海二丁目38番地 テレコムセンタービル サイバーレーザー株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 園田 吉隆, 外(SONODA, Yoshitaka et al.); 〒1630453 東京都新宿区西新宿二丁目1番1号 新宿三井ビル53階 園田・小林特許事務所 Tokyo (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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, 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, IS, KE, KG, KM, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

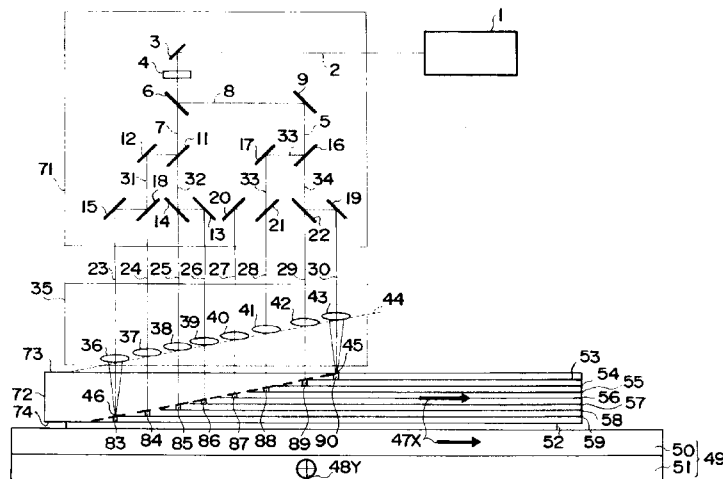
(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ,

[続葉有]

(54) Title: LASER PROCESSING METHOD AND DEVICE FOR TRANSPARENT SUBSTRATE

(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

[図1]



(57) Abstract: Provided are a method and a device for economical processing by using an ultrashort-pulse laser with the objective of excellent splitting of a substrate such as glass. The following method forms a plurality of cavities by the self-focusing effect, which is preferably continuous, from the front surface to the back surface of the substrate by setting the focus point on the surface or inside of the substrate and irradiating laser light. (1) An ultrashort pulse-width laser beam having a wavelength transparent to the substrate is generated and emitted, and the emitted laser beam is split. (2) Each of the split laser beams is focused on a plurality of focus points aligned at intervals along the planned cutting line of the substrate, which are at different distances from the surface (front surface) of the substrate on the incident side. (3) A plurality of light focus points is moved relative to the substrate along the planned cutting line of the substrate. In this case, the light focus points formed at positions close to the surface (back surface) opposite the front surface of the substrate are scanned first.

(57) 要約:

[続葉有]



NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア
(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ
(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, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF,

CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD,
TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

【課題】 ガラスなどの基板の良好な切断を目的として、超短パルスレーザによって経済的に加工する方法と装置を提供する。 【解決手段】 以下の方法により、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、基板のオモテ面からウラ面にわたって、好ましくは連続的な、自己収束効果による複数の空洞を形成する。(1) 基板に対して透明な波長を有する、超短パルス幅のレーザ光を発生させて出射し、出射したレーザ光を分割する。(2) 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。(3) 基板の切断予定線に沿って、基板に対して複数集光点を相対的に移動させる。この際、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先に走査されるようにする。

明 細 書

レーザによる透明基板の加工方法および装置

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1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、レーザ発振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。

[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ビングの加工幅を形成しないで切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

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、固体レーザの超短パルス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、レーザ光源の低コスト化を図る点にある。

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光を発生させて出射するパルスレーザ光源と、そのレーザ光源から出射したレーザ光を分割する手段と、

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。

(2)また、前記レーザ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。

(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100ps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。

(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] 単一のレーザ光源を用い、レーザ光を分割し、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。レーザ光による加工幅を小さくしたまま、レーザ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] 超短パルスはモード同期レーザ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とはパルス幅100ps以内のレーザであり、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1 μ mないし2 μ mである赤外の領域であればよい。

[0014] 図1は本願発明である加工装置の実施例である。超短パルスレーザ発振器1、それから発射されたレーザビーム2を分割する分割手段71、分割されたレーザ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700 μ m)を用いることができる。

[0015] 超短パルスレーザ発振器1においては、レーザ媒体の例として、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。

[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。

[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。

[0019] ビーム24はその集光点が先のビーム23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37は集光レンズ36より上方に設置される。集光レンズ38～43もそれぞれに対応したビーム25～30の集光点が前の集光点よりも基板オモテ面73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43は対応したビーム30の集光点45がオモテ面73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24～30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。

[0020] 以上に示したように、ビーム23～30の集光点は、基板72の内部のウラ面74に近い点46からオモテ面73に近い又はオモテ面73上に渡ってオモテ面及び内部の深さ53～59に形成される。このため、自己収束作用による空洞83～90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47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。

[0021] この装置で、基板72を切断予定線に沿って、レンズ群35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、XYテーブル49によってX方向矢印47の向きに、基板搭載台52の移動を介して基板72を走査する。これにより、基板72内部に、ウラ面74に近い位置からオモテ面73に近い位置に自己収束作用による空洞83～90が順次形成される。

[0022] 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1mm以下であるので基板内に接近して又は連続して空洞83～90を複数形成できる。従って、空洞83～90が多数ウラ面74からオモテ面73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72を分離することが容易になる。

[0023] 図2にこの様子を示す。基板72の移動方向がX方向矢印で47あり、集光レンズ36によるビーム23の集光点46が基板ウラ面74に最も近いので、基板ウラ面の空洞83が最初に形成される。基板72の移動により、順次上方に空洞84～90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72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72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。

[0024] なお、初回に形成される空洞が基板ウラ面74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73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。

- [0025] 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64, 65を貼り合わせてビームスプリッタ63を構成することができる。偏光プリズム64, 65は方解石製のものが利用できる。ビームスプリッタ63において一方の偏光プリズム65に入射光60が入射し、貼り合わせ面にて入射光60は、透過光と反射光の2つに分割され、他の偏光プリズム64及びもとの偏光プリズム65から出射光62及び62がそれぞれ出射する。ビームスプリッタ63への入射ビーム60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63からの出射光61及び62の分割割合を可変にすることが可能である。
- [0026] 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73及びウラ面74にそれぞれ最も近い位置の集光点45または46を形成するビーム30または23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71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。
- [0027] 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36～43を同じ高さに配置して複数平行ビーム23～30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、XYテーブル49を移動させて基板72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35及びビーム23～30を移動させることによっても相対移動は可能である。
- [0028] 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。

産業上の利用可能性

[0029] 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

[0030] [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。

請求の範囲

- [1] 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光を発生させて出射するパルスレーザ光源と、そのレーザ光源から出射したレーザ光を分割する手段と、
- 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加工装置。
- [2] 請求項1のレーザ加工装置であって、前記レーザ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。
- [3] 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、レーザ光分割装置。
- [4] 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100ps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、

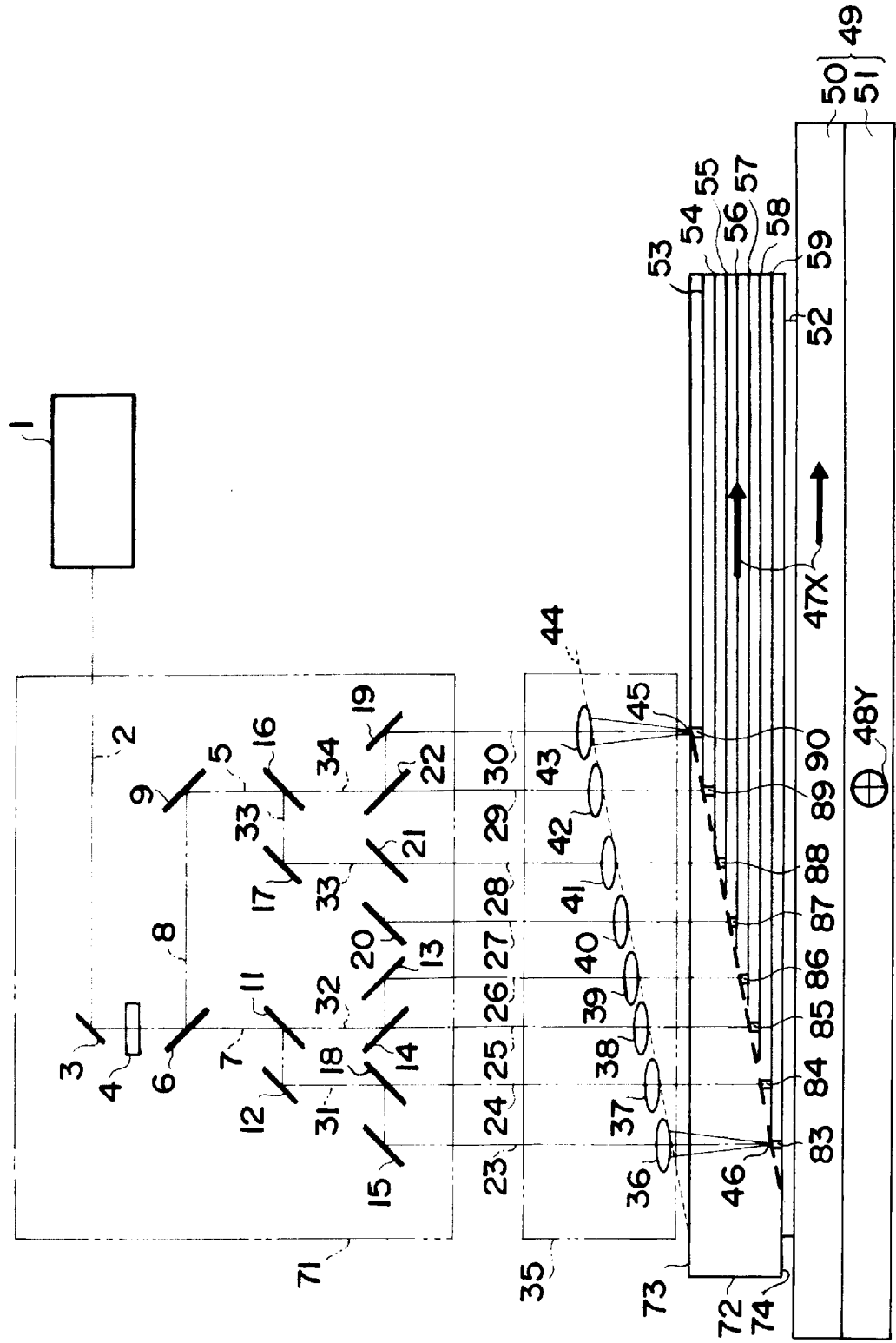
分割されたレーザ光のそれぞれを、入射する側の基板表面(オモテ面)から異なる距離にある、基板の切断予定線に沿って離間して整列される複数集光点に集光させるステップと、

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

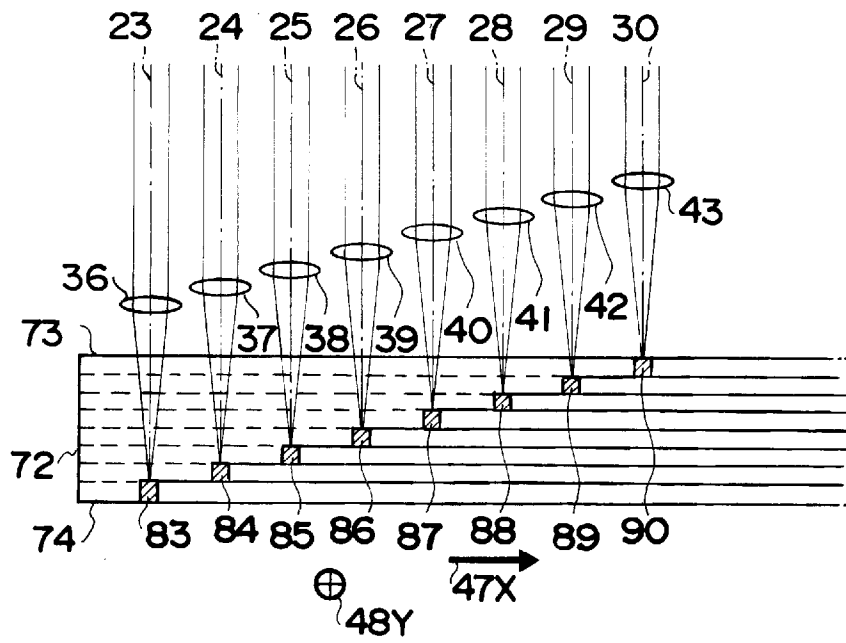
レーザ光照射によって、前記集光点付近に水平方向に間隔をあけて基板の内部に自己収束効果による複数の空洞を同時に形成することと、前記相対的に移動させるステップの際、基板のオモテ面とは反対側の面(ウラ面)に近い位置に形成された集光点が、オモテ面により近い位置に集光点を形成した集光点よりも先に走査されることを特徴とするレーザ加工方法。

- [5] 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4に記載のレーザ加工方法。
- [6] 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4または5に記載のレーザ加工方法。

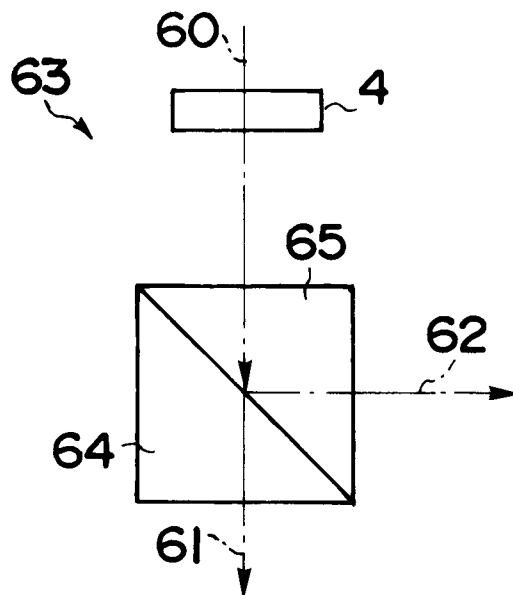
[図1]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/052376

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K26/38(2006.01)i, B23K26/06(2006.01)i, B23K26/067(2006.01)i, B23K26/40(2006.01)i, C03B33/08(2006.01)i, C03C23/00(2006.01)i, G02F1/13(2006.01)i, G02F1/1333(2006.01)i, H01S3/00(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)

B23K26/38, B23K26/06, B23K26/067, B23K26/40, C03B33/08, C03C23/00, G02F1/13, G02F1/1333, H01S3/00

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	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2005-109323 A (Tokyo Seimitsu Co., Ltd.), 21 April, 2005 (21.04.05), Par. Nos. [0041] to [0044]; Figs. 1, 4 (Family: none)	1-2, 4 5-6
Y A	JP 2007-142000 A (Denso Corp.), 07 June, 2007 (07.06.07), Par. Nos. [0066] to [0076]; Figs. 2 to 10 & US 2007/0202619 A1 & DE 102006053898 A & CN 1967783 A & KR 10-2007-0052227 A	1-2, 4 5-6
Y A	JP 2006-130556 A (L.G. Philips LCD Co., Ltd.), 25 May, 2006 (25.05.06), Par. Nos. [0082] to [0090]; Figs. 5 to 7 & US 2006/0096426 A1 & DE 102005030670 A & KR 10-2006-0040278 A & CN 1768999 A	1-2, 4 5-6

☒ 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
11 May, 2009 (11.05.09)

Date of mailing of the international search report
26 May, 2009 (26.05.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/052376

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2007-156185 A (Fujifilm Corp.),	3
Y	21 June, 2007 (21.06.07), Par. Nos. [0023] to [0045]; Figs. 3 to 5 (Family: none)	2

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. B23K26/38(2006.01)i, B23K26/06(2006.01)i, B23K26/067(2006.01)i, B23K26/40(2006.01)i, C03B33/08(2006.01)i, C03C23/00(2006.01)i, G02F1/13(2006.01)i, G02F1/1333(2006.01)i, H01S3/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. B23K26/38, B23K26/06, B23K26/067, B23K26/40, C03B33/08, C03C23/00, G02F1/13, G02F1/1333, H01S3/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 9 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 9 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 9 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 請求の範囲の番号
Y	JP 2005-109323 A (株式会社東京精密) 2005.04.21, 段落 【0041】 - 【0044】, 【図1】, 【図4】 (ファミリーなし)	1 - 2, 4
A		5 - 6
Y	JP 2007-142000 A (株式会社デンソー) 2007.06.07, 段落 【0066】 - 【0076】, 【図2】 - 【図10】 & US 2007/0202619	1 - 2, 4
A	A1 & DE 102006053898 A & CN 1967783 A & KR 10-2007-0052227 A	5 - 6

☒ 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

1 1 . 0 5 . 2 0 0 9

国際調査報告の発送日

2 6 . 0 5 . 2 0 0 9

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

青木 正博

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 6 4

3 P

3 9 3 5

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 請求の範囲の番号
Y	JP 2006-130556 A (エルジー フィリップス エルシーディー カンパニー リミテッド) 2006.05.25, 段落【0082】－ 【0090】, 【図5】－【図7】 & US 2006/0096426 A1 & DE 102005030670 A & KR 10-2006-0040278 A & CN 1768999 A	1－2, 4
A		5－6
X		3
Y		2