

(43) 国際公開日
2006 年 5 月 4 日 (04.05.2006)

PCT

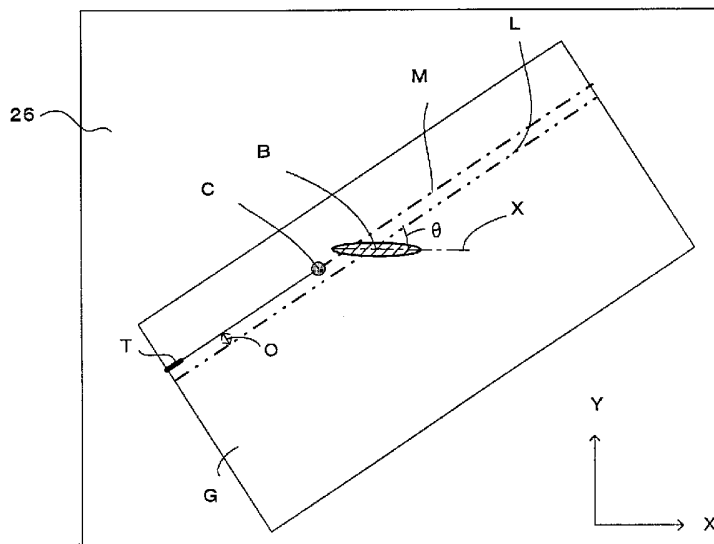
(10) 国際公開番号
WO 2006/046525 A1

- (51) 国際特許分類:
B23K 26/36 (2006.01) B28D 5/00 (2006.01)
B23K 26/14 (2006.01) C03B 33/09 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2005/019533
- (22) 国際出願日: 2005 年 10 月 25 日 (25.10.2005)
- (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 2004-309958
2004 年 10 月 25 日 (25.10.2004) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三星ダイヤモンド工業株式会社 (MITSUBOSHI DIAMOND INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5640044 大阪府吹田市南金田 2 丁目 1 2 番 1 2 号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 五戸 統悟 (GONOE, Togo) [JP/JP]; 〒5640044 大阪府吹田市南金田 2 丁目 1 2 番 1 2 号 三星ダイヤモンド工業株式会社内 Osaka (JP).
- (74) 代理人: 鹿島 義雄 (KASHIMA, Yoshio); 〒5300052 大阪府大阪市北区南扇町 7 丁目 2 番 ユニ東梅田 4 0 9 号 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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

/ 続葉有 /

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR FORMING CRACK

(54) 発明の名称: クラック形成方法およびクラック形成装置



(57) Abstract: A crack forming method capable of forming a crack in an accurate direction even if displacement occurs when a large-sized brittle material substrate is positioned on a loading table for processing and a crack forming device. In the method, a beam spot (B) is moved relative to the substrate (G) under the condition that the direction of a beam running line (L) which is the route of the movement center of the beam spot is tilted to a reference axis direction (X) determined to match the substantial major axis direction of the beam spot (B) to form a predicted crack formation line (M) at a position apart an offset amount (O) from the beam running line (L). Then, a cooling spot (C) is moved relative to the substrate along the predicted crack formation line (M) to form the vertical crack along the predicted crack formation line (M).

(57) 要約: 大型の脆性材料基板を加工用載置テーブル上に位置決めする際に位置ズレを起こしても、精確な方向にクラックを形成することができるクラック形成方法を提供する。ビームスポット

/ 続葉有 /



WO 2006/046525 A1



(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, 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, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, 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:

— 国際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

トBの実質的な長軸方向と一致するように定められる基準軸方向Xに対し、ビームスポットの中心が移動する軌跡であるビーム走行ラインLの方向が斜め方向になるようにしてビームスポットBを基板Gに対して相対的に移動させることにより、ビーム走行ラインLからオフセット量Oだけ離れた位置にクラック形成予定ラインMが形成されるようにし、さらに、クラック形成予定ラインMに沿って冷却スポットCを相対的に移動させることによりクラック形成予定ラインMに沿って垂直クラックを形成する。

明 細 書

クラック形成方法およびクラック形成装置

技術分野

- [0001] 本発明は、ガラス、焼結材料のセラミックス、単結晶シリコン、サファイヤ、半導体ウエハ、セラミック基板など、主として脆性材料基板を分断するために、基板にクラックを形成するクラック形成方法およびクラック形成装置に関し、さらに詳細には、基板にレーザビームを照射してクラックを形成するクラック形成方法およびクラック形成装置に関する。

背景技術

- [0002] ガラス基板などの脆性材料基板の分断では、カッターホイールなどの機械的加工手段を用いて、基板表面にスクライブラインを形成し、その後、このスクライブラインからクラックが進行するように基板を撓ませることによって、基板をブレイクする方法が利用されていた。

このような機械的分断手法に替えて、近年、レーザビームを用いて、基板に垂直クラックを形成し、基板を分断する方法が実用化されている(例えば特許文献1参照)。

- [0003] 図8は、従来からのクラック形成装置の動作を説明する図である。レーザビームを用いたクラック形成方法では、図8に示すように、ガラス基板101に長円状のレーザビーム照射領域Bを形成するためにレーザ照射位置102からスポットビームを照射しながら、冷媒ノズル103から冷媒を噴射して、冷却スポット(冷媒噴射領域)Cを形成する。

そして、ガラス基板101を切り出す方向(図中矢印方向)に移動させ、ビームスポットBがガラス基板101に対して相対的に移動するように走査させる。このとき、ビームスポットBの長軸方向は、ガラス基板101の移動方向と一致するようにしてある。また冷却スポットCは、ビームスポットBの長軸方向の延長線上で、かつ、ビームスポットBの後方の位置に、冷媒が噴射されるようにしてある。

- [0004] 長円状のビームスポットBが、その長軸方向に沿って移動することにより、ビームスポットBが通過する領域は、ビームスポットBが通過する間は基板の熔融温度以下で連続的に加熱され、加熱された領域およびその周囲近傍には圧縮応力が発生する

。

ビームスポットBにより加熱された領域では、その後すぐに、冷却スポットCが通過する。その結果、圧縮応力が発生した加熱領域の付近に、冷却領域が生じ、冷却領域には引張り応力が生じる。そして、圧縮応力と引張り応力との応力差に基づいて、ビームスポットBおよび冷却スポットCが通過したラインに沿って、基板表面から垂直に形成される垂直クラックが得られる。

特許文献1:特開2001-130921号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0005] レーザビームを用いたクラック形成方法では、上述したように、ビームスポットの形状を、長円形状等の一方向に延びた形状にし、ビームスポットの長軸方向が定義できる形状としている。

図9は、従来からのクラック形成装置におけるビームスポットと冷却スポットとの位置関係を説明する図である。そして、図9に示すように、基板上でビームスポットBを移動する際に、ビームスポットBの長軸方向と、ビームスポットBの移動方向(ビームスポットBの長軸の中心が移動する方向のことをビームスポットBの移動方向という)とが一致するようにして、ビームスポットBが通過する各点でのトータルでの照射時間を長くすることで、加熱効率を高めるようにし、ビームの移動速度をできるだけ速くした場合でも、熔融温度以下の温度で十分に加熱できるようにしている。

- [0006] このように、ビームスポットBの移動方向とビームスポットBの長軸方向とを一致させ、さらに、ビームスポットBの長軸方向の後方への延長線上に冷却スポットCを配置することにより、応力差によって生じるクラックは、ビームスポットBの長軸方向と同一の軸線下に形成されることになる。

そのため、クラックを形成しようとする基板上の方向を、正確に、ビームスポットBの長軸と一致するように、基板をセットした上で、ビームスポットBを走査することにより、所望の方向にクラックが形成されるようにしている。

- [0007] ところで、長軸方向を有するビームスポットBによる加熱の場合、ビームスポット内(加熱領域)での温度分布は、ビームスポットが停止している状態と、ビームスポットが

移動している状態とで、最高温度到達点の位置が異なる。

図10は、静止中のビームスポット(図10(a))と移動中のビームスポット(図10(b))との最高温度到達点の位置を説明する図である。例えば、図10(a)に示すように、ビームスポットBの中心位置の温度が最も高い温度分布(ガウシアン分布)を呈するレーザビームを用いる。この場合に、ビームスポットBを、長軸方向に沿って移動させると、熱緩和によるタイムラグの影響で、移動中のビームスポットBによる基板における最高温度到達点Pは、図10(b)に示すように、ビームスポットの中心から後方にずれるようになる。

この最高温度到達点Pのビームスポット中心からのずれは、レーザビームのモード(分布形態)によって決定される。

[0008] 例えば、モードがガウシアン分布を呈するレーザビームを用いた場合には、最高温度到達点Pは、熱源中心(ビームスポット中心)よりずれる。このずれ量は、レーザスクライブで利用される通常のビームスポット移動速度領域(100mm/S以上)では、ほぼ一定になると考えられている。

[0009] ビームスポットBの長軸方向と、ビームスポットBの移動方向とが同一方向となるように、基板をセットしていた場合は、このビームスポットの移動に伴う基板における最高温度到達点のずれの存在は、特に問題となることなく、特に注意を払う必要性もなかった。

[0010] 近年、単位基板を切り出そうとする際の素板となるマザー基板(以下、「M基板」又は単に「基板」と称する)のサイズが大型化する傾向があり、大きいサイズのガラス基板等に対し、所望の方向に沿って、直進性に優れ分断後の断面品質がよいスクライブラインを高い精度で形成することが望まれている。

しかしながら、ガラス基板が大型化するほど、M基板をスクライブテーブル上に載置する際の位置決めの為のハンドリングが困難となる。M基板の一端側でわずかな位置ずれ誤差が生じて、大型のM基板の他端側では、誤差が拡大してしまうため、ガラス基板の位置や方向を精度よくスクライブテーブル上にセットすることが困難になり、どうしても、M基板のセッティング精度が悪くなっていた。また、ビームスポットの長軸の方向をスクライブ方向に一致させることも困難である。そのため、従来のように、

ビームスポットBの長軸方向と、ビームスポットの移動方向とを、一致させた上で、クラックを形成することが困難になってきた。

大型のM基板の基板セッティングの位置精度を確保するには、さらに精度の高い位置決め機構を備えた高価な基板載置台が必要になる。

[0011] また、スクライブテーブルに一旦載置されたM基板を正しい位置に載置し直そうとしても、M基板の位置や方向を精度よくセットすることが困難であるために時間の浪費になるだけでなく、M基板に不要な応力を生じさせたりM基板を損傷させたりすることになる。

[0012] そこで、本発明は、第1の目的として、M基板が大型化して位置決め精度の確保が困難な場合でも、良好な断面品質が保証される垂直クラックを所望の方向に高い精度で形成することができるクラック形成方法およびクラック形成装置を提供することを目的とする。

[0013] また、M基板のセッティングの際に生じる位置決め誤差に応じて、これを補正するように、ビームスポットの移動方向を調整できる機構、すなわち、二次元駆動機構(XYステージ)を用いた場合でも、ビームスポットBの長軸の中心の移動方向とビームスポットBの長軸方向(基準軸方向)とを一致させることはできない。

[0014] ビームスポットBの長軸方向(基準軸方向)とは異なる方向に、ビームスポットBの長軸の中心が移動すると、熱緩和によるタイムラグの影響で、ビームスポットBの長軸の中心が移動する軌跡(ビーム走行ラインという)と、ビームスポットによる基板における最高温度到達点の軌跡とは、異なるラインを通過するようになる。

[0015] このことを、図を用いて説明する。図11は、M基板に刻印されたアライメントマークによる位置ずれ量の測定と直線補間を説明する図である。図11に示すように、M基板上の互いに離隔した2つの位置に、位置決め用のアライメントマークP、Qが形成されており、2つのアライメントマークP、Qを結ぶ直線に沿ってクラックを形成し、分断する場合を考える。ビームスポットBの長軸方向(基準軸方向という)は、装置のX軸方向に正確に設定されているものとする。

[0016] 従来は、2つのアライメントマークP、Qが、ともにX軸上に並ぶまで、M基板の方向を調整(回転)するようにしていた。しかしながら、M基板が大型化するにつれ、M基

板の位置の微調整が困難となり、正確な位置合わせが困難となったため、ビームスポットBを、基準軸方向(X軸方向)だけではなく、これと垂直なY軸方向にも移動できるようにして、すなわち、XY面内で(すなわち基準軸(X軸)に対して斜め方向も含めて)、ビームスポットBを移動できるようにして、Y軸方向に直線補間をかけて、基準軸(X軸)に対し、斜めにビームスポットBを移動させることにより、斜め方向にクラックを形成させることを試みた。

- [0017] 例えば、カッターホイールチップによってスクライブするガラススクラバーについては、M基板における所望のスクライブ方向が、装置の基準ラインとずれている場合に、M基板を載置するテーブルを回転する代わりに、ガラスカッターの移動方向(スクライブ方向)を、M基板における所望のスクライブ方向に一致させるようにすることが知られている(特公平6-2597)。

これに対し、長軸を有するビームスポットが形成されるレーザビームによってスクライブするスクライバーにおいては、M基板における所望のスクライブ方向が、装置の基準ラインとずれている場合に、その都度、ビームスポットの長軸の方向をM基板における所望のスクライブ方向に一致させることが困難であるため、単に、ビームスポットを所望のスクライブ開始位置に移動させるだけでは、所望の方向にクラックを形成させることができなかった。

- [0018] 図12は、長軸を有するビームスポットの直線補間による移動状態を説明する図である。この場合、図12に示すように、長円状のビームスポットBは、斜めに平行移動することとなり、ビームスポットB全体では、平行四辺形の領域Hを通過することになる。ビームスポットBの長軸の中心が移動する軌跡であるビーム走行ラインLに対し、移動中のビームスポットBによる最高温度到達点は、熱緩和によるタイムラグの影響で、ビームスポットBの長軸の中心より後方にずれ、実際の最高温度到達点の軌跡Mは、ビーム走行ラインLに対して、後方に、平行にシフトしてしまうこととなった。

- [0019] 一方、ビームスポットBの長軸方向(基準軸方向)に沿って、後方に延長した位置にある冷却スポットCは、ビーム走行ラインLと平行である軌跡Nを通るようになる。

結局、最高温度到達点の軌跡Mは、ビーム走行ラインLとも異なり、また、冷却スポットの軌跡Nとも異なる第3のラインを通ることになる。

この最高温度到達点の軌跡Mは、最も激しく加熱され、大きな熱歪を受けた跡であって、その後の冷却によってクラックが最も発生しやすいラインである(厳密には、冷却スポットの配置によってクラック形成位置は多少変化する)。したがって、その後の冷却スポットによる冷却を適切に行う限り、このライン上あるいはライン近傍にクラックを形成することができるので、最高温度到達点の軌跡M(または最高温度到達点近傍の点の軌跡)を、クラック形成予定ラインMとする。

[0020] そして、ビーム走行ラインLとクラック形成予定ラインMとの距離(以下、オフセット量Oと呼ぶ。)は、ビームスポットの長軸方向とビーム走行ラインとのなす角である傾斜角 θ 、およびビームスポットと冷却スポットの距離に依存して定まることになる。

[0021] 図13は、基準軸の方向(X軸方向、ビームスポットの長軸の方向)を真横方向に向けたときの、ビーム走行ラインL、クラック形成予定ラインM、冷却スポットの軌跡Nの位置関係を説明する図である。このように、クラック形成予定ラインMは、ビーム走行ラインLから、オフセット量Oだけ位置がずれるとともに、冷却スポットの軌跡Nからも、位置ずれを起こすことになる。その結果、加熱による圧縮応力が発生する位置と冷却による引っ張り応力が発生する位置とが離れてしまい、応力差に基づいて生じるクラックは、必ずしも予定どおりに、クラック形成予定ラインM上に発生しなくなるため、所望の方向に垂直クラックを形成することができなくなった。

[0022] そこで、本発明は、第2の目的として、ビーム走行ラインLの方向が、ビームスポットBの長軸方向(基準軸方向)に対して斜めになるように、基板を相対的に移動させてクラックを形成する際に、所望の位置、方向(ビーム走行ラインLからオフセット量だけ離れた位置)にクラックを形成することができるクラック形成方法、クラック形成装置を提供することを目的とする。

[0023] さらに、M基板の中央部と端部とでは、クラック形成の状況が相違する。すなわち、M基板の中央部においては、熱が等方的に伝播するが、基板端部、すなわち、分断の起点(入り部)や終点(抜け部)では、熱が不均等に伝播する。その上、ビームスポットBが長軸を有しており、さらに冷却スポットCがビームスポットBの長軸方向に沿って後方に配置されていることから、基板中央部と、基板端部とでは、加熱、冷却による熱の出入り量が相違するようになる。

- [0024] 図8や図9のように、ビームスポットBの長軸方向とビームスポットBの移動方向(ビーム走行ラインL)とが一致しているときは、M基板中央部とM基板端部とでの熱の伝播の差異はそれほど問題とはならなかったが、ビーム走行ラインLの方向が、ビームスポットBの長軸(基準軸)に対して斜め方向になり、クラック形成予定ラインMがビーム走行ラインLから外れると、M基板中央部とM基板端部とでの熱伝播等の相違により、「ソゲ」と呼ばれる曲線状のクラックが発生したり、「先走り」と呼ばれる不具合が発生したりするようになる。
- [0025] 図16は、基板におけるクラックの形成時に発生する「ソゲ」を説明する図である。「ソゲ」とは、例えば、図16に示すように、ガラス基板Gに水平方向に形成されたスクライブラインから垂直方向に伸展したクラックKが、ガラス基板Gの裏面近傍のγ位置で垂直方向から斜め方向に伸展してガラス基板Gの裏面に達するような現象を意味する。「ソゲ」によってガラス基板Gの分断面の平坦度あるいは直角度は損なわれるので、分断面の品質を低下させる。
- [0026] 図17は、基板におけるクラックの形成時に発生する「先走り」を説明する図である。「先走り」とは、例えば、図17(a)に示すように、ガラス基板G端部のスクライブ開始点付近においてレーザスポットLSによって加熱されたスクライブラインの先端からレーザスポットLS前方の制御できない方向に水平クラックCRが形成されたり、図17(b)に示すように、ガラス基板G端部のスクライブ終了点付近において基板の端面からレーザスポットLSに向かって、すなわちレーザスポットLSの移動方向とは反対向きの制御できない方向に水平クラックCRが形成されたりする。このように、「先走り」により、スクライブ形成予定ラインからずれたガラス基板G上の位置にスクライブラインが形成されるので、スクライブラインの直進性は著しく損なわれる。
- [0027] 例えば、起点(入り部)において、ビーム走行ラインL上の基板端に、クラックの発生場所となるトリガを形成し、常にトリガからクラックが成長するようにした場合、ビームスポットBと冷却スポットCが、図13に示した位置関係で移動するようにした場合に、熱の伝播、熱の出入り量の相違に起因して、図14に示すように、基板端部に「ソゲ」と呼ばれる曲線のクラックU、Vが発生するようになる。
- [0028] そこで、本発明は、第3の目的として、ビームスポットを、M基板に対して相対的に

移動させてクラックを形成する際に、ビーム走行ラインLの方向が、ビームスポットBの長軸(基準軸)に対して斜めになっても、ソゲや先走りのような不具合が生じることのないクラック形成方法およびクラック形成装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0029] 上記課題を解決するためになされた本発明のクラック形成方法は、実質的に長軸を有するビームスポットが形成されるレーザビームを脆性材料基板に照射するとともに、冷媒が噴射される冷却スポットを形成し、レーザビームの照射による加熱と冷却スポットによる冷却とにより局所的に熱歪を生じさせて前記基板に垂直クラックを形成するクラック形成方法であって、ビームスポットの長軸方向と一致するように定められる基準軸方向に対し、ビームスポットの長軸の中心が移動する軌跡であるビーム走行ラインの方向が斜め方向になるようにしてビームスポットを前記基板に対して相対的に移動させ、ビーム走行ラインからオフセット量だけ離れた位置(クラック形成予定ライン)に沿って冷却スポットを相対的に移動させることにより、クラック形成予定ラインに沿ってクラックを形成するようにしている。

なお、上記の記載において、冷却スポットを、「クラック形成予定ラインに沿って」相対的に移動させることになるが、冷却スポットの相対的な移動はクラック形成予定ライン上に限定されることなく、クラック形成予定ラインと平行に行われる形態も本発明に含まれる。冷却スポットの中心の位置は、例えば、クラック形成予定ラインから、数mm以内の範囲であれば、離れていてもよい。

- [0030] この発明のクラック形成方法によれば、脆性材料基板に、実質的に長軸を有するビームスポットを形成するレーザビームを照射する。実質的に長軸を有するビームスポットとしては、長円(楕円)形状のビームスポットが好適であるが、円形のビームスポットをわずかな間隙を空けて直列に、あるいはクラック形成予定ラインを挟んでその両側に複数並べたビームスポットのように、他の方向に比べて実質的に長軸方向が定義できるビームスポットであればよい。ビームスポットの長軸は、例えば、10～30mm程度である。ビームスポットの長軸方向は、ビームスポットの移動方向を定める上で、便宜上、基準軸方向として定義される。

この発明のクラックの形成とは、レーザ照射でビームスポットを形成(レーザ加熱)し

、その後、冷却スポットを形成(急冷)し、それによって生じる応力差によってクラック(クラック発生後一定時間経過すると目視確認できなくなるので「ブラインドクラック」と呼ばれる)を形成し、形成されたクラックを基板の厚さ方向へ進展させ、ビームスポットおよび冷却スポットを基板上で基板に対して相対的に移動させることにより、基板の厚さ方向へ進展させたクラックを水平方向へ誘導していくことによって、スクライブラインを形成すること(完全に分断(フルボディカット)する場合を含む)を意味する。

- [0031] ビームスポットの長軸の中心が移動する軌跡(ビーム走行ライン)が、基準軸に対し、斜めになるようにビームスポットを移動させる。すなわち、ビームスポットを基板に対して相対的にX軸方向(基準軸方向)に移動させながらY軸方向にも移動させる。これにより、熱緩和によるタイムラグの影響で、ビームスポットの移動によって形成される最高温度到達点の軌跡が、ビーム走行ラインとは異なるライン上を通過するようになる。すなわち、ビーム走行ラインから、有限の距離(オフセット量)だけ離れた位置を、ビームスポットによる最高温度到達点が通過するようになる。オフセット量は、例えば、数mm程度であってもよい。

この最高温度到達点の軌跡(クラック形成予定ライン)に沿って垂直クラックが発生する。例えば、クラック形成予定ライン上を冷却スポットが相対的に移動するようにすると、加熱により圧縮応力が発生する場所と、冷却により引っ張り応力が発生する場所とが一致する。これにより、最高温度到達点の軌跡(クラック形成予定ライン)上に、応力差によって垂直クラックを発生させることができる。レーザビーム走行時に基板表面の温度分布を(例えば、赤外線温度計にて、非接触にて)計測し、最高温度到達点の位置データを収集し、冷却スポットの位置を変化させながらレーザスクライブしてもよい。そうした連続計測による冷却スポットの位置制御が、温度測定器が高額になること等により、採用が困難な場合には、前回スクライブした際の温度測定データを利用する様にしてもよい。

発明の効果

- [0032] 上記のクラック形成方法によれば、上述した第一の目的について解決することができる。すなわち、基板が大型化し、ビームスポットの長軸方向と一致するように定められる基準軸方向に対して、基板の正確な位置決めができない場合であっても、ビー

ム走行ラインを基準軸方向に対して斜め方向(クラック形成予定ラインと同じ方向)にすることにより、基準軸方向以外の所望の方向(ビーム走行ラインと同じ方向)に、垂直クラックを形成することができる。

また、上記のクラック形成方法によれば、上述した第二の目的について解決することができる。すなわち、ビーム走行ラインの方向が、ビームスポットの長軸方向(基準軸方向)に対して斜めになる場合でも、クラック形成予定ラインに沿って冷却スポットを相対的に移動させることにより、クラック形成予定ラインに沿って、精確に垂直クラックを形成することができる。

[0033] (その他の課題を解決するための手段および効果)

上記クラック形成方法において、クラック形成予定ラインが、ビームスポットによって形成される最高温度到達点の移動軌跡であるようにするのが好ましい。この場合は、レーザビーム加熱による熱歪の最も大きいラインがクラック形成予定ラインとなるので、最も容易かつ精確に、クラック形成予定ラインに沿って垂直クラックを形成することができる。

[0034] また、上記クラック形成方法において、基板に対してビームスポットを相対的に移動する際に、基準軸とビーム走行ラインとの傾斜角を求め、少なくとも前記傾斜角をパラメータの一つとしてオフセット量を決定することにより、クラック形成予定ラインの位置を予め推定し、推定したクラック形成予定ライン上またはクラック形成予定ライン近傍(例えば、数mm以内)を、冷却スポットが相対的に移動するように、冷却スポットの位置を設定するようにしてもよい。

オフセット量は、基準軸とビーム走行ラインとの傾斜角に依存する。したがって、例えば、基板をセットした際に、基準軸方向とビーム走行ライン方向とを一致させることができなかった場合に、そのときの基板の傾斜角を求めることにより、傾斜角に基づいてオフセット量を求めることにより、クラック形成予定ラインを推定することができる。

したがって、推定したクラック形成予定ラインあるいはその近傍に沿って冷却スポットを移動させることにより、クラック形成予定ライン上またはその近傍(例えば、数mm以内)に、精確に垂直クラックを形成することができる。

[0035] また、上記クラック形成方法において、前記傾斜角に加えて、ビームスポットと冷却

スポットとの距離をパラメータとしてもよい。ビームスポットと冷却スポットとの距離(基板上の冷却スポットが走行するライン上の距離)は、ビームスポットの長軸の長さにもよるが、例えば、0～50mm程度であつてもよい。オフセット量は、傾斜角だけではなく、ビームスポットと冷却スポットとの距離にも依存するので(特に、ビームスポットと冷却スポットの距離を変化させてクラックを形成する場合には)、傾斜角とともに、このパラメータに基づいて、クラック形成予定ラインを推定すれば、より正確に、クラック形成予定ラインを推定することができる。

上記のビームスポットと冷却スポットとの距離は、X軸およびY軸移動機構を備えたスクライブテーブルを用いる場合は、基板載置面におけるX軸方向の距離およびY軸方向の距離で表される。

[0036] また、上記クラック形成方法において、冷却スポットの位置を設定する際に、冷却スポットの位置を、ビーム走行ラインに対し、垂直な方向に変化させるようにすれば、求めたオフセット量をそのまま、位置変化させる距離として利用することができる。

[0037] また、上記クラック形成方法において、基板端においてクラック形成を開始する際に、予め、クラック形成予定ライン上の基板端に、クラックの起点となるトリガを形成した上で、基板に対しビームスポットを相対的に移動させるようにしてもよい。

これによれば、上述した第3の目的についても解決することができる。すなわち、トリガをクラック形成予定ライン端に形成することにより、クラックの発生する位置と、クラック形成予定ラインの開始点がほぼ完全に一致するので、ソゲや先走りのような不具合が生じることがなくなる。

[0038] また、上記クラック形成方法において、基準軸方向を含む平面内で基板を載置する基板載置部を用い、基板位置の指標となるアライメントマークが形成された基板を基板載置部に載置し、前記基準軸方向に関係付けられた基準載置位置に対する前記基板の前記アライメントマークの相対位置を検出し、検出されたアライメントマークの位置に基づいて基準軸に対する基板のずれ量である(直線補間値)を算出し、算出した直線補間値に基づいてビーム走行ラインの方向を決定し、決定したビーム走行ライン方向と前記基準軸方向との傾斜角を算出し、少なくとも前記傾斜角をパラメータの一つとしてオフセット量を決定することにより、ビーム走行ラインからオフセット量

を隔てたクラック形成予定ラインの位置を予め推定し、推定したクラック形成予定ライン上または推定したクラック形成予定ライン近傍を、冷却スポットが相対的に移動するように冷却スポットの位置を設定するようにしてもよい。

これによれば、基板に形成されたアライメントマークを利用して、セットした基板の位置ずれ量、すなわち、直線補間値、さらには傾斜角を算出し、ビーム走行ライン方向を決定する。そして、算出した傾斜角からオフセット量を定めることにより、決定したビーム走行ラインからオフセット量を隔てた位置に、クラック形成予定ラインを推定する。さらに、推定したクラック形成予定ラインに沿って冷却スポットが移動するように冷却スポットの位置を設定する。

このようにして、基板が正確に位置決めできていない場合であっても、基板に形成されたアライメントマークから、基板の位置ずれ量を判断して、その位置ずれ量に応じて、ビーム走行ラインやオフセット量を決定することにより、推定したクラック形成予定ラインに沿って、正確に垂直クラックを形成することができる。

[0039] また、別の観点から上記課題を解決するためになされた本発明のクラック形成装置は、実質的に長軸を有するビームスポットを形成するレーザビームを照射するレーザビーム照射部と、冷却スポットを形成する冷却部と、基板載置台に載置された基板に対しビームスポットを相対的に移動するビームスポット駆動部と、基板に対し冷却スポットを相対的に移動する冷却スポット駆動部と、前記各部を制御する制御部とを備え、基板に対しビームスポットおよび冷却スポットを移動させることにより基板にクラックを形成するクラック形成装置であって、制御部は、ビームスポットの長軸の中心が移動する軌跡であるビーム走行ラインの方向が、ビームスポットの長軸方向と一致するように定められる基準軸方向に対して斜め方向(クラック形成予定ラインと同じ方向)になるように、ビームスポット駆動部によるビームスポットの移動を制御し、このときビーム走行ラインからオフセット量だけ離れた位置(クラック形成予定ライン)に沿って冷却スポットを相対的に移動するように冷却スポット駆動部による冷却スポットの移動を制御するようにしている。

[0040] このクラック形成装置によれば、レーザビーム照射部により、実質的に長軸方向を有するビームスポットが脆性材料基板に照射される。このビームスポットは、制御部に

よる制御の下で、ビームスポット駆動部により、基板上を相対的に移動できるようにしてある。また、冷却部により脆性材料基板上に冷却スポットが形成され、局所的に冷却される。この冷却スポットは、制御部による制御の下で、冷却スポット駆動部により、基板上をクラック形成予定ラインに沿って移動できるようにしてある。

制御部は、ビームスポット駆動部を制御することにより、ビームスポットの長軸の中心が移動する軌跡であるビーム走行ラインの方向が、ビームスポットの実質的な長軸方向と一致するように定められる基準軸方向に対して斜め方向になるように、ビームスポットを移動する。これにより、熱緩和によるタイムラグによって、移動中のビームスポットによる最高温度到達点がビーム走行ラインから外れるようになり、ビーム走行ラインから有限の距離(オフセット量)離れた位置に、加熱による最高温度到達点の軌跡(クラック形成予定ライン)が形成される。制御部は、冷却スポット駆動部を制御することにより、クラック形成予定ラインに沿って冷却スポットを移動する。これにより、圧縮応力が発生したクラック形成予定ラインに沿って冷却による引っ張り応力を発生させて、応力差による垂直クラックを形成することができる。

[0041] また、上記クラック形成装置において、前記基準軸とビーム走行ラインとの間の傾斜角とオフセット量との関係を記憶するオフセット量記憶部をさらに備え、制御部は、ビームスポットを移動する際の傾斜角を少なくとも1つのパラメータとしてオフセット量記憶部を参照してオフセット量を決定し、決定したオフセット量に基づいてクラック形成予定ラインを推定し、推定したクラック形成予定ライン上または推定したクラック形成ライン近傍を、冷却スポットが基板に対して相対的に移動するように冷却スポット駆動部による冷却スポットの移動を制御するようにしてもよい。

この発明によれば、オフセット量は、基準軸方向とビーム走行ラインとの傾斜角に依存するので、予め、基準軸方向とビーム走行ライン方向との間の傾斜角とオフセット量との関係を求めて、オフセット量記憶部に記憶しておく。基板をセットしたとき、基準軸方向とビーム走行ライン方向とが一致していない場合に、基板の傾斜角に応じて、オフセット量記憶部を参照して、オフセット量を決定する。オフセット量を決定することにより、ビーム走行ラインからオフセット量の距離を隔てた位置に、クラック形成予定ラインを推定することができる。

したがって、推定したクラック形成予定ラインあるいはその近傍に沿ってビームスポット駆動部により、冷却スポットを移動させることにより、クラック形成予定ライン上またはその近傍に、精確に垂直クラックを形成することができる。

- [0042] また、上記クラック形成装置において、オフセット量記憶部が、前記傾斜角に加えて、ビームスポットと冷却スポットとの距離をパラメータとしてオフセット量との関係を記憶するようにしてもよい。

オフセット量は、(傾斜角だけではなく、ビームスポットと冷却スポットの距離にも依存するので、制御部によるビームスポット駆動部および冷却スポット駆動部を制御する際に、これらを変化させてクラックを形成する場合には)傾斜角との関係とともにビームスポットと冷却スポットとの距離のパラメータとの関係を、オフセット量記憶部に記憶しておくことにより、これらのパラメータに基づいて、クラック形成予定ラインを推定すれば、より正確に、クラック形成予定ラインを推定することができる。

- [0043] クラック形成予定ライン(最高温度到達点の軌跡)は、上記のように推定してもよいが、レーザスポットによる最高温度到達点の位置データを収集することにより、実測してもよい。最高温度到達点の位置データは、例えば、レーザビーム走行時に基板表面の温度分布を計測することにより、収集することができる。基板表面の温度分布は、例えば、赤外線温度計にて非接触にて計測することができる。

- [0044] また、上記クラック形成装置において、ビームスポット駆動部と冷却スポット駆動部とは、ビームスポットと冷却スポットとが連動するように一体に構成され、さらに、ビームスポットに対する冷却スポットの位置を調整する冷却スポット位置調整部を備え、制御部はオフセット量記憶部を参照して決定したオフセット量に応じて(又は最高温度到達点の位置データに応じて)、ビームスポットに対する冷却スポットの位置を、冷却スポット位置調整部により調整するようにしてもよい。

これによれば、冷却スポット位置調整部により、ビームスポットに対する冷却スポットの位置を調整した上で、一体に構成されたビームスポット駆動部および冷却スポット駆動部を動作させることにより、直線形状のクラックを容易に形成することができる。

- [0045] この場合、冷却スポット位置調整部は、冷却スポットをビーム走行ラインに対し垂直な方向に位置変化させるようにすれば、オフセット量をそのまま冷却スポット位置調整

部の位置変化量として利用することができる。

- [0046] また、上記クラック形成装置において、クラック形成の起点となるトリガを形成するトリガ形成部とトリガ形成部の位置を調整するトリガ位置調整部とをさらに備え、制御部は、基板端においてクラック形成を開始する際に、予め、推定したクラック形成予定ライン上の基板端に、トリガ形成部の位置を設定するようにしてもよい。

これによれば、基板端部において、推定したクラック形成予定ライン上にトリガが形成されるので、確実に、クラック形成予定ライン上にクラックを形成することができる。

図面の簡単な説明

- [0047] [図1]本発明の一実施形態であるクラック形成装置の構成を示す図である。
- [図2]本発明の一実施形態であるクラック形成装置の制御部を機能ごとに説明する機能ブロック図である。
- [図3]本発明の他の一実施形態であるクラック形成装置に用いるオフセット量記憶部に記憶された内容を説明する図である。
- [図4]本発明の一実施形態であるクラック形成装置の動作フローを説明するフローチャートである。
- [図5]本発明の一実施形態であるクラック形成装置のクラック形成動作中の各工程(状態(A)～(D))での動作状態を説明する図である。
- [図6]本発明の一実施形態であるクラック形成装置の状態(B)での基板に対するトリガ、ビームスポット、冷却スポットの位置関係を説明する図である。
- [図7]本発明の一実施形態であるクラック形成装置の状態(C)での基板に対するビームスポット、冷却スポットの位置関係を説明する図である。
- [図8]従来からのクラック形成装置の動作を説明する図である。
- [図9]従来からのクラック形成装置におけるビームスポットと冷却スポットとの位置関係を説明する図である。
- [図10]静止中のビームスポットと移動中のビームスポットとの加熱ピーク位置を説明する図である。
- [図11]基板に刻印されたアライメントマークによる位置ずれ量の測定と直線補間を説明する図である。

[図12]長軸を有するビームスポットの直線補間による移動状態を説明する図である。

[図13]長軸を有するビームスポットの場合のビーム走行ラインとクラック形成予定ラインとの関係および長軸方向(基準軸方向)との関係を説明する図。

[図14]従来のクラック形成装置を用いて基板に形成されるクラックの状態を説明する図である。

[図15]本発明のさらに別の実施形態であるクラック形成装置の構成を説明する図である。

[図16]基板におけるクラックの形成時に発生する「ソゲ」を説明する図である。

[図17]基板におけるクラックの形成時に発生する「先走り」を説明する図である。

符号の説明

- [0048]
- 11: 架台
 - 12: スライドテーブル
 - 13: ボールネジ
 - 14、15: ガイドレール
 - 16: ボールナット
 - 19: 台座
 - 21: ガイドレール
 - 22: ボールネジ
 - 23: モータ
 - 24: ボールナット
 - 26: テーブル
 - 31: スクライブヘッド
 - 33: 光学ホルダ
 - 34: レーザ発振器
 - 35: レンズ光学系
 - 38、39: CCDカメラ
 - 40: 冷却部
 - 42: ノズル

- 43:ノズルX軸方向駆動機構
- 44:ノズルY軸方向駆動機構
- 45:トリガ形成部(カッターホイール)
- 46:トリガ調整機構
- 50:制御部
- 51:レーザ照射制御部
- 52:冷媒噴射制御部
- 53:基板位置読取制御部
- 54:ビームスポット・冷却スポット駆動制御部
- 55:冷却スポット位置調整制御部
- 57:オフセット量決定部
- 58:クラック形成予定ライン推定部
- 59:トリガ位置調整制御部
- 60:スクライブヘッド昇降制御部
- 62:オフセット量記憶部

発明を実施するための最良の形態

[0049] (装置構成)

以下、本発明のクラック形成方法およびクラック形成装置について図面を用いて説明する。

図1は、本発明の一実施形態であるクラック形成装置10の概略構成を示す図である。このクラック形成装置は、例えば、マザーガラス基板(M基板)を、FPD(フラットパネルディスプレイ)に使用される複数のガラス基板に分断するための装置として用いられるものである。

- [0050] 本装置は、水平なXY平面を有する架台11上で、Y軸方向に沿って往復移動するスライドテーブル12を有している。このスライドテーブル12は、架台11の上面にY軸方向に沿って、平行に配置された一対のガイドレール14、15に、水平な状態で各ガイドレール14、15に沿ってスライド可能に支持されている。両ガイドレール14、15の中間部には、各ガイドレール14、15と平行に、ボールネジ13が、図示しないモータ

によって回転するようにしてある。ボールネジ13は、正転、逆転可能になっており、このボールネジ13にボールナット16が螺合する状態で取り付けられている。

[0051] ボールナット16は、スライドテーブル12に回転しない状態で一体に取り付けられており、ボールネジ13の正転および逆転によって、ボールネジ13に沿って、正逆の両方向にスライドする。これにより、ボールナット16と一体的に取り付けられたスライドテーブル12が、ガイドレール14、15に沿って、Y軸方向にスライドする。したがって、これら各部によりY軸駆動機構が構成される。

[0052] スライドテーブル12上には、台座19が水平な状態で配置されている。台座19は、スライドテーブル12上に平行に配置された一対のガイドレール21(図示されたガイドレール21以外に紙面奥側に同形状のガイドレールがある)に、スライド可能に支持されている。各ガイドレール21は、スライドテーブル12がスライドする方向であるY方向と直交するX方向に沿って配置されている。また、各ガイドレール21の中間部には、各ガイドレール21と平行にボールネジ22が配置されており、ボールネジ22がモータ23によって正転、逆転されるようにしてある。

[0053] ボールネジ22には、ボールナット24が螺合する状態で取り付けられている。ボールナット24は、台座19に回転しない状態で一体的に取り付けられており、ボールネジ22の正転、逆転によって、ボールネジ22に沿って、正逆の両方向に移動する。これにより、台座19が、各ガイドレール21に沿ったX軸方向にスライドする。したがって、これら各部により、X軸駆動機構が構成される。

[0054] 台座19上には、分断対象であるM基板Gが載置されるテーブル26が水平な状態で設けられている。テーブル26上には、M基板Gが、例えば、吸引チャックによって固定される。

テーブル26には、X軸方向と関係付けられた図示しない基準載置位置が定められており、基準載置位置に正確に載置されたM基板Gは、上記のスライド機構(X軸方向駆動機構、Y軸方向駆動機構)により、X軸方向やY軸方向に沿って、正確に移動させることができるようにしてある。

[0055] テーブル26の上方には、テーブル26表面から適当な間隔をあけて、スクライブヘッド31が配置されている。スクライブヘッド31は、垂直状態で配置された光学ホルダ33

の下端部に、水平な状態で、図示しない昇降機構によって昇降可能に支持されている。光学ホルダ33の上端部は、架台11上に設けられた取付台32の下面に取り付けられている。取付台32上には、レーザビームを発振するレーザ発振器34(例えば、 CO_2 レーザ、半導体レーザ(YAGレーザ等))が設けられており、レーザ発振器34から発振されるレーザビームが、光学ホルダ33内で支持されたレンズ光学系35を介して基板Gに照射される。

- [0056] レンズ光学系35には、例えばシリンдриカルレンズを用いており、長軸方向を有する長円状のレーザスポットが、M基板G上に照射される。

このとき形成されるレーザスポットの長軸方向は、X軸方向、すなわち、台座19がボールネジ22、モータ23、ボールナット24によって移動される方向に合わせてある。

そのため、テーブル26の基準載置位置に正確に載置されたM基板Gでは、M基板Gの分断方向(クラックの形成方向)がレーザスポットの長軸方向(基準軸)に向くように設定してある。

- [0057] スクライブヘッド31の一端には、冷却部40が取り付けてある。冷却部40は、冷媒源41から供給される冷媒(ヘリウムガス、 N_2 ガス、 CO_2 ガスなど)を噴射して冷却スポットCを形成するためのノズル42と、ノズル42の位置をX軸方向に移動するためのノズルX軸調整機構43と、ノズルの位置をY軸方向に移動するためのノズルY軸調整機構44とからなる。このノズルX軸調整機構43、ノズルY軸調整機構44とにより、ビームスポットに対する冷却スポットの相対的な位置をXY面内で調整可能にしてある。ただし、X軸方向は固定で、Y軸方向に調整ができるようにしてもよい。

- [0058] 又、冷却部40が取り付けられた側とは反対側のスクライブヘッド31の一端には、基板端にトリガを形成するトリガ形成部45(例えばカッターホイール)と、トリガ形成部45の位置を移動するためのトリガ調整機構46とが取り付けられている。このトリガ調整機構46についても、X軸方向とY軸方向とに調整できるようにすることが望ましいが、少なくともY軸方向に調整ができるようにしてあればよい。

- [0059] なお、ノズルX軸調整機構43、ノズルY軸調整機構44、トリガ調整機構46の詳細構造については説明を省略するが、ステッピングモータを用いた市販の簡単な駆動機構を用いればよい。

- [0060] 上記構成により、スライドテーブル12、ボールネジ13、ボールネジ13を回転する図示しないモータ23a、ボールナット16からなるY軸方向駆動機構、および、台座19、ボールネジ22、モータ23、ボールナット24からなるX軸方向駆動機構は、スクライブヘッド31からM基板Gに照射されるビームスポットを、X、Y面内で任意の方向に移動させるビームスポット駆動部として機能する。
- [0061] また、スライドテーブル12、ボールネジ13、ボールネジ13を回転する図示しないモータ23a、ボールナット16からなるY軸方向駆動機構、および、台座19、ボールネジ22、モータ23、ボールナット24からなるX軸方向駆動機構は、スクライブヘッド31に取り付けたノズル42からM基板Gに噴射された冷媒により形成される冷却スポットを、X、Y面内で任意の方向に移動させる冷却スポット駆動部としても機能する。
- [0062] このように、ビームスポット駆動部、冷却スポット駆動部として機能する駆動機構が、同一の駆動機構で構成されるため、この駆動機構を動作させることにより、ビームスポットと冷却スポットとが、連動して動くことになる。
- [0063] さらに、スクライブヘッド31に設けられるノズルX軸調整機構43およびノズルY軸調整機構44は、ビームスポットに対する冷却スポットの位置を調整する冷却スポット位置調整部として機能する。ノズルX軸調整機構43とノズルY軸調整機構44との協働により、ノズル42は、XY面内で任意の方向に駆動できる。したがって、ビーム走行ラインに垂直方向にノズル42を駆動すれば、後述するオフセット量をそのままノズル42の位置調整距離として利用することができるようになる。
- [0064] 光学ホルダ33の横には、CCDカメラ38、39からなる位置読取機構が設けられ、M基板Gに刻印されたアライメントマークを撮影して、いわゆる画像認識手法により、アライメントマークの位置が認識できるようにしてある。この位置読取部により、テーブル26上に載置されたM基板Gの位置ずれ量を求めることができる。
- なお、CCDカメラ38、39により撮影された画像は、モニタ48、49により、目視によっても位置ずれ量を確認できるようにしてある。
- [0065] (制御系)
- 次に、クラック形成装置10の動作の制御を行う制御系について説明する。制御部50およびオフセット量記憶部62は、CPU、メモリであり、制御用のコンピュータシステ

ムの一部を構成する。このコンピュータシステムは、クラック形成用のアプリケーションソフト、および、入力した設定パラメータにより、本装置全体の各種の動作の制御を行う。

図2は、制御部50およびオフセット量記憶部62による制御動作を機能ごとに分けて、詳細に説明するための機能ブロック図である。

制御部50は、レーザ照射制御部51、冷媒噴射制御部52、基板位置読取制御部53、ビームスポット・冷却スポット駆動制御部54、冷却スポット位置調整制御部55、オフセット量決定部57、冷却スポット位置調整量決定部(クラック形成予定ライン推定部)58、トリガ位置調整制御部59、スクライブヘッド昇降制御部60とからなる。

[0066] レーザ照射制御部51は、M基板Gを加熱する際に、レーザ発振器34を駆動してビームスポットBを形成し、M基板Gに照射するための動作の制御を行う。

冷媒噴射制御部52は、M基板Gを冷却する際に、冷媒源41から冷媒を噴射して、M基板G上に冷却スポットCを形成するための動作の制御を行う。

基板位置読取制御部53は、位置読取機構により、画像認識手法を用いてM基板Gに刻印されたアライメントマークを読み取り、M基板Gの位置ずれを検出するための制御を行う。

[0067] ビームスポット・冷却スポット駆動制御部54は、ボールネジ13を回転する図示しないモータ23a、ボールネジ22を回転するモータ23を駆動して、ビームスポットBや冷却スポットCを、M基板G上でビームスポットBの長軸(基準軸)方向であるX軸方向を基準にして、任意の方向に相対的に移動させるための動作の制御を行う。

[0068] 冷却スポット位置調整制御部55は、ノズルX軸調整機構43、および、ノズルY軸調整機構44を駆動して、ビームスポットに対する冷却スポットの位置を移動するための動作の制御を行う。

このとき、ノズルX軸調整機構43とノズルY軸調整機構44との協働により、ビーム走行ライン方向に対し、垂直な方向に冷却スポットの位置を変化させるようにノズル42の位置を調整するようにすることで、後述するオフセット量決定部により決定したオフセット量を、そのまま冷却スポットの位置調整量として用いることができる。

[0069] オフセット量決定部57は、基板Gをセットした後に、Y軸方向の位置ずれ量に応じ

て、オフセット量記憶部62を参照して、オフセット量を決定する。すなわち、基板位置読取制御部53がこの位置ずれ量を検出し、そのときに残っている位置ずれ量に基づいてオフセット量を決定する。

このときにオフセット量決定部57が参照するオフセット量記憶部62には、図3に示すように、傾斜角 θ （ビーム走行ラインとビームスポットの長軸（基準軸、X軸）とのなす角）、ビームスポットと冷却スポットとの間の距離の2つのパラメータとオフセット量との関係が、データベース化されて記憶されている。

[0070] 図3のパラメータとオフセット量との関係を示す例は、基板Gが厚さ0.7mm、縦横寸法360×460mmの無アルカリガラスを材料とする貼り合せ基板を、軸寸法2×60mmのビームスポットを用いてスクライブラインを形成する際に適用されるデータを示す。

したがって、上記の条件が異なる場合には、適用されるデータも異なるものとなる。

このデータは、予め、実験的に、各パラメータを変化させて求めたものである。そして、位置ずれ量から三角関数を用いた簡単な演算により算出された傾斜角と、予め設定したビームスポット・冷却スポット間距離とにより、このオフセット量記憶部のデータを参照して、オフセット量が決定される。

なおビームスポットと冷却スポットとの間の距離を変化させない場合は、傾斜角の値だけをパラメータとして記憶させておけばよい。逆に、ビームスポットと冷却スポットとの間の距離以外のパラメータを、必要に応じて、さらに追加したい場合は、記憶させておけばよい。

[0071] 冷却スポット位置調整量決定部（クラック形成予定ライン推定部）58は、ビーム走行ラインに対して、オフセット量決定部57により決定したオフセット量の距離をシフトした位置に引いたラインを、冷却スポットを移動させるクラック形成予定ラインとして推定する。

[0072] トリガ位置調整制御部59は、トリガ調整機構46を駆動して、トリガ形成部45をクラック形成予定ライン上に位置させるための移動動作の制御を行う。

[0073] スクライブヘッド昇降制御部60は、スクライブヘッド31を昇降して、トリガ形成部45を昇降する制御を行う。すなわち、スクライブヘッド31を降ろした状態で、トリガ形成

部45をM基板Gの端部に接近させて、基板端にトリガを形成し、その後、すぐにトリガ形成部45を上昇させて、M基板Gから離れた状態にすることで、基板端のみにトリガを形成するための制御を行う。

[0074] (動作例)

次に、このクラック形成装置を直線補間動作に適用させた場合の動作例について説明する。

図4は、アライメントマークが刻印された基板を分断する場合の本装置による制御動作の一実施例を説明するフローチャートである。図5は、各工程(状態(A)～(D))での動作状態を説明する図である。

[0075] まず、図5の状態(A)で、位置読取機構により、基板Gのアライメントマークを読み取る(s101)。そして、Y軸方向の位置ずれ量(図11の直線補間値)を読み取る。

[0076] 読み取った位置ずれ量(直線補間値)に基づいて、アライメントマークP、Qを結ぶ直線方向を、ビーム走行ラインLの方向として決定し、そのときのビーム走行ラインLとビームスポットの長軸(基準軸、X軸)とがなす角度(傾斜角 θ)を求める(s102)。

[0077] 求めた傾斜角 θ をパラメータとして(あるいは、ビームスポット・冷却スポット間距離とともにパラメータとして)、オフセット量記憶部62を参照して、オフセット量Oを決定する(s103)。そして、ビーム走行ラインLからオフセット量Oだけシフトした位置を、クラック形成予定ラインMと推定する(s104)。

続いて、推定したクラック形成予定ラインMに沿って、冷却スポットCが移動するように、冷却部40の位置をノズルX軸調整機構43、ノズルY軸調整機構44により調整する。このときビーム走行ラインに垂直に移動させるのが好ましい(図6参照)。更に、推定したクラック形成ラインM上の位置に、トリガ形成部45がくるように、トリガ調整機構46により調整する(s105)。

[0078] 続いて、状態(B)では、スクライブヘッド昇降制御部60により、スクライブヘッド31を降ろしてトリガ形成部45を基板Gに接触させ、基板端にトリガを形成する(s106)。

図6は、状態(B)のときのM基板Gに対するビームスポットB、冷却スポットC、トリガ形成部45の位置関係を示す図である。ビームスポットBの長軸の中心が通過する軌跡であるビーム走行ラインLから、オフセット量Oを隔てた位置に、推定したクラック形

成予定ラインMがあり、クラック形成予定ラインMが通過する基板端の位置に、トリガ形成部45がきている。さらに、クラック形成予定ラインMの延長線上に冷却スポットCがくるようにしてある。

- [0079] 続いて、状態(C)では、基板端にトリガTを形成した後、スクライブヘッド昇降部60がスクライブヘッド31を上昇させ、その状態で、ビーム走行ラインLに沿ってビームスポットBがM基板Gを横断し、推定したクラック形成予定ラインMに沿って、冷却スポットCが基板Gを横断するように、ボールネジ13を回転する図示しないモータ23a、ボールネジ22を回転するモータ23を駆動する(s107)。これによって、冷却スポットCが移動したクラック形成予定ラインM下に垂直クラックが形成される。

図7は、状態(C)のときのM基板G中央部分を移動する際のビームスポットB、冷却スポットCの位置関係を示す図である。

図6と同様に、冷却スポットCは、ビーム走行ラインLから、オフセット量Oを隔てた位置(クラック形成予定ラインM上の位置)に配置され、ビームスポットの長軸(X軸)の延長線上からも外れる。そして冷却スポットCは、クラック形成予定ラインMに沿って基板Gを横断する。

- [0080] 続いて、状態(D)では、ビームスポットおよび冷却スポットが基板Gを完全に通過し、一連の動作を終了する。

以上の動作により、クラックの起点となるトリガTが、推定したクラック形成予定ラインM上に形成され、さらに、冷却スポットCがこのラインに沿って移動することにより、M基板全体にわたって、まっすぐな垂直クラックが形成される。

- [0081] 上記動作例では、ビームスポットBがM基板Gの中央部分を移動する際、冷却スポットCをクラック形成予定ラインM上に配置したが、ビームスポットBがM基板Gの端部を移動する際にはビームスポットBの長軸の中心の位置がクラックの形成する位置に対して支配的となるため、必ずしも冷却スポットCの位置をクラック形成予定ラインM上の位置に配置しなくてもよい。

- [0082] (変形動作例)

上記動作例では、アライメントマーク間に、直線的にクラックを形成するようにしたが、ビームスポットBの移動中に、ビームスポットの長軸(基準軸)に対するビーム走行ラ

インLの角度(傾斜角 θ)を逐次変化させることにより、曲線形状に沿ってクラックを形成させてもよい。この場合、傾斜角 θ が変動することになるので、傾斜角 θ に合わせてオフセット量Oを逐次求めて、クラック形成予定ラインを推定する。そして、冷却スポットCをクラック形成予定ラインに沿って移動させる。これによれば、所望の曲線形状に沿って垂直クラックを形成することができる。

[0083] 上記の実施の形態では、M基板Gが載置されるテーブル26をX軸およびY軸の二方向へ駆動させる駆動機構を設けたが、取付台32に取り付けられたスクライブヘッド31をX軸方向へ駆動させ、基板Gが載置されるテーブル26をY軸方向へ駆動させる駆動機構を設けてもよい。

[0084] 図15は、この発明のクラック形成装置の他の実施の形態を示す。

[0085] 図15において、クラック形成装置70は、図示しない架台に固定されたレール61に沿って図中Y軸方向へ移動可能なブリッジ66と、ブリッジ66の本体部63に沿って図中X軸方向へ移動可能なスクライブヘッド64とを有する。スクライブヘッド64の下方には、ガラス基板Gを図中Y軸方向へ移動可能なテーブル65が配置される。

クラック形成装置70は、前記したクラック形成装置10と同様に制御部50およびオフセット量記憶部62を具備する。

テーブル65がガラス基板Gを図中Y軸方向へ移動させるとき、ブリッジ66がレール61に沿って図中Y軸方向へ移動する速度およびスクライブヘッド64がブリッジ66の本体部63に沿って図中X軸方向へ移動する速度を制御しながら、ガラス基板Gを所定の長さに分断する。

このとき、クラック形成装置70では、制御部50によってスクライブヘッド64が前記のクラック形成装置10と同様の直線補間動作を行う。すなわち、クラック形成予定ラインに沿って冷却スポットを相対的に移動させながら、ビーム走行ラインがビームスポットの長軸(基準軸)に対して斜めになるように、ビームスポットとガラス基板Gとを相対的に移動させてクラックを形成する。それによってガラス基板Gを、例えば、四隅が直角を呈し、かつ四辺が直線からなる矩形形状に分断することができる。また、トリガをクラック形成予定ライン上に形成することにより、クラックの発生する位置と、クラック形成予定ラインが一致するので、スクライブの開始点および終点の近傍であるガラス基板

Gの端部におけるソゲや先割れのような不具合の発生が防止される。

産業上の利用可能性

- [0086] 本発明は、脆性材料基板に、精度よくクラックを形成するクラック形成装置の製造に利用することができる。具体的な用途としては、液晶パネル、プラズマディスプレイパネル、有機ELディスプレイパネル等のフラットディスプレイパネル、あるいは、セラミックコンデンサ、半導体チップなどの脆性材料基板加工用に用いられる。

請求の範囲

- [1] 実質的に長軸を有するビームスポットが形成されるレーザビームを脆性材料基板に照射するとともに、冷媒が噴射される冷却スポットを形成し、レーザビームの照射による加熱と冷媒の噴射による冷却とにより局所的に熱歪を生じさせて前記基板に垂直クラックを形成するクラック形成方法であって、
- ビームスポットの長軸方向と一致するように定められる基準軸方向に対し、ビームスポットの長軸の中心が移動する軌跡であるビーム走行ラインの方向が斜め方向になるようにしてビームスポットを前記基板に対して相対的に移動させることにより、ビーム走行ラインからオフセット量だけ離れた位置(クラック形成予定ライン)に沿って冷却スポットを相対的に移動させることを特徴とするクラック形成方法。
- [2] クラック形成予定ラインに沿って垂直クラックを形成することを特徴とする請求項1に記載のクラック形成方法。
- [3] クラック形成予定ラインが、ビームスポットによって形成される最高温度到達点の軌跡であることを特徴とする請求項1に記載のクラック形成方法。
- [4] レーザビーム走行時に基板表面の温度分布を非接触にて赤外線温度計にて計測し、最高温度到達点の位置データを収集しながらレーザスクライブすることを特徴とする請求項3に記載のクラック形成方法。
- [5] 基板に対してビームスポットを相対的に移動する際に、前記基準軸とビーム走行ラインとの傾斜角を求め、少なくとも前記傾斜角をパラメータの一つとしてオフセット量を決定することによりクラック形成予定ラインの位置を予め推定し、推定したクラック形成予定ライン上またはクラック形成予定ライン近傍を、冷却スポットが相対的に移動するように冷却スポットの位置を設定することを特徴とする請求項1に記載のクラック形成方法。
- [6] 前記傾斜角に加えて、ビームスポットと冷却スポットとの距離をパラメータとしてオフセット量を決定することを特徴とする請求項5に記載のクラック形成方法。
- [7] 冷却スポットの位置を設定する際に、冷却スポットをビーム走行ラインに対し垂直な方向に位置を変化させることを特徴とする請求項5に記載のクラック形成方法。
- [8] 基板端においてクラック形成を開始する際に、予め、クラック形成予定ライン上の基

板端に、クラックの起点となるトリガを形成した上で、基板に対しビームスポットを相対的に移動させることを特徴とする請求項1に記載のクラック形成方法。

- [9] 前記基準軸を含む平面内で基板を載置する基板載置部を用い、基板位置の指標となるアライメントマークが形成された基板を基板載置部に載置し、前記基準軸方向に関係付けられた基準載置位置に対する前記アライメントマークの相対位置を検出し、検出されたアライメントマークの位置に基づいて基準軸に対する基板のずれ量である直線補間値を算出し、算出した直線補間値に基づいてビーム走行ラインの方向を決定し、決定したビーム走行ラインと前記基準軸との傾斜角を算出し、少なくとも前記傾斜角をパラメータの一つとしてオフセット量を決定することにより、ビーム走行ラインからオフセット量を隔てたクラック形成予定ラインの位置を予め推定し、推定したクラック形成予定ライン上または推定したクラック形成予定ライン近傍を、冷却スポットが相対的に移動するように冷却スポットの位置を設定することを特徴とする請求項5に記載のクラック形成方法。
- [10] 実質的に長軸を有するビームスポットを形成するレーザビームを照射するレーザビーム照射部と、冷却スポットを形成する冷却部と、基板載置台に載置される脆性材料基板に対しビームスポットを相対的に移動するビームスポット駆動部と、前記基板に対し冷却スポットを相対的に移動する冷却スポット駆動部と、前記各部を制御する制御部とを備え、基板に対しビームスポットおよび冷却スポットを移動させることで加熱と冷却による局所的な熱歪を生じさせることにより、脆性材料基板にクラックを形成するクラック形成装置であって、制御部は、ビームスポットの長軸の中心が移動する軌跡であるビーム走行ラインの方向が、ビームスポットの実質的な長軸方向と一致するように定められる基準軸方向に対して斜め方向になるように、ビームスポット駆動部によるビームスポットの移動を制御し、このときビーム走行ラインからオフセット量だけ離れた位置(クラック形成予定ライン)に沿って冷却スポットを相対的に移動するように冷却スポット駆動部による冷却スポットの移動を制御することを特徴とするクラック形成装置。
- [11] さらに、レーザビーム走行時に基板表面の温度分布を非接触にて計測する赤外線温度計を備え、制御部が赤外線温度計により計測された基板表面の温度分布から

最高温度到達点の位置データを収集し、該位置データから前記オフセット量を算出する請求項10に記載のクラック形成装置。

- [12] 前記基準軸とビーム走行ラインとの間の傾斜角とオフセット量との関係を記憶するオフセット量記憶部をさらに備え、

制御部は、ビームスポットを移動する際の傾斜角を少なくとも1つのパラメータとしてオフセット量記憶部を参照してオフセット量を決定し、決定したオフセット量に基づいてクラック形成予定ラインを推定し、推定したクラック形成予定ライン上または推定したクラック形成ライン近傍を、冷却スポットが相対的に移動するように冷却スポット駆動部による冷却スポットの移動を制御することを特徴とする請求項10に記載のクラック形成装置。

- [13] オフセット量記憶部が、前記傾斜角に加えて、ビームスポットと冷却スポットとの距離をパラメータとしてオフセット量との関係を記憶することを特徴とする請求項12に記載のクラック形成装置。

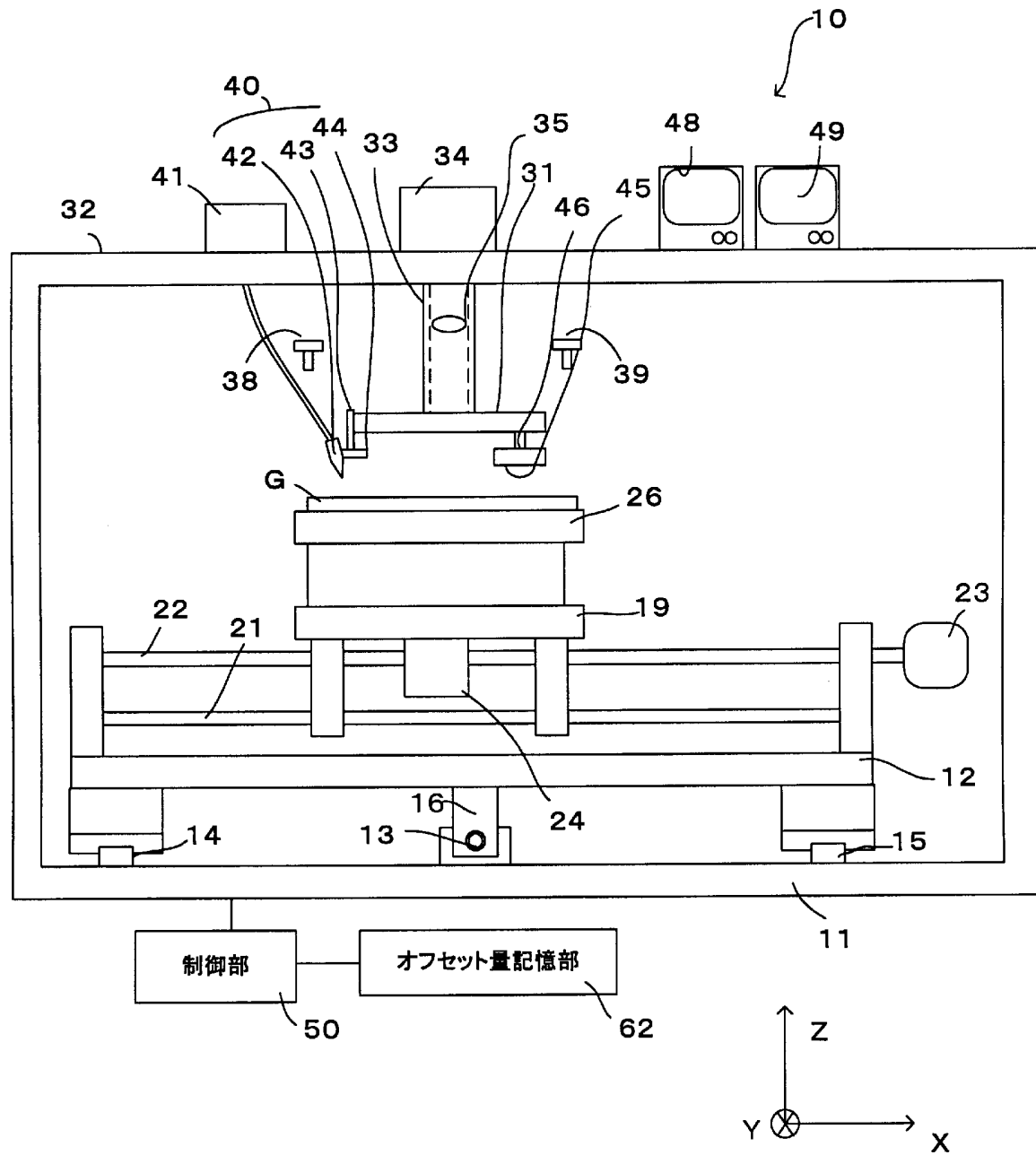
- [14] ビームスポット駆動部と冷却スポット駆動部とは、ビームスポットと冷却スポットとが連動するように一体に構成され、さらに、ビームスポットに対する冷却スポットの位置を調整する冷却スポット位置調整部を備え、制御部はオフセット量記憶部を参照して決定したオフセット量に応じて、ビームスポットに対する冷却スポットの位置を、冷却スポット位置調整部により調整することを特徴とする請求項12に記載のクラック形成装置。

- [15] 冷却スポット位置調整部は、冷却スポットをビーム走行ラインに対し垂直な方向に位置変化させることを特徴とする請求項14に記載のクラック形成装置。

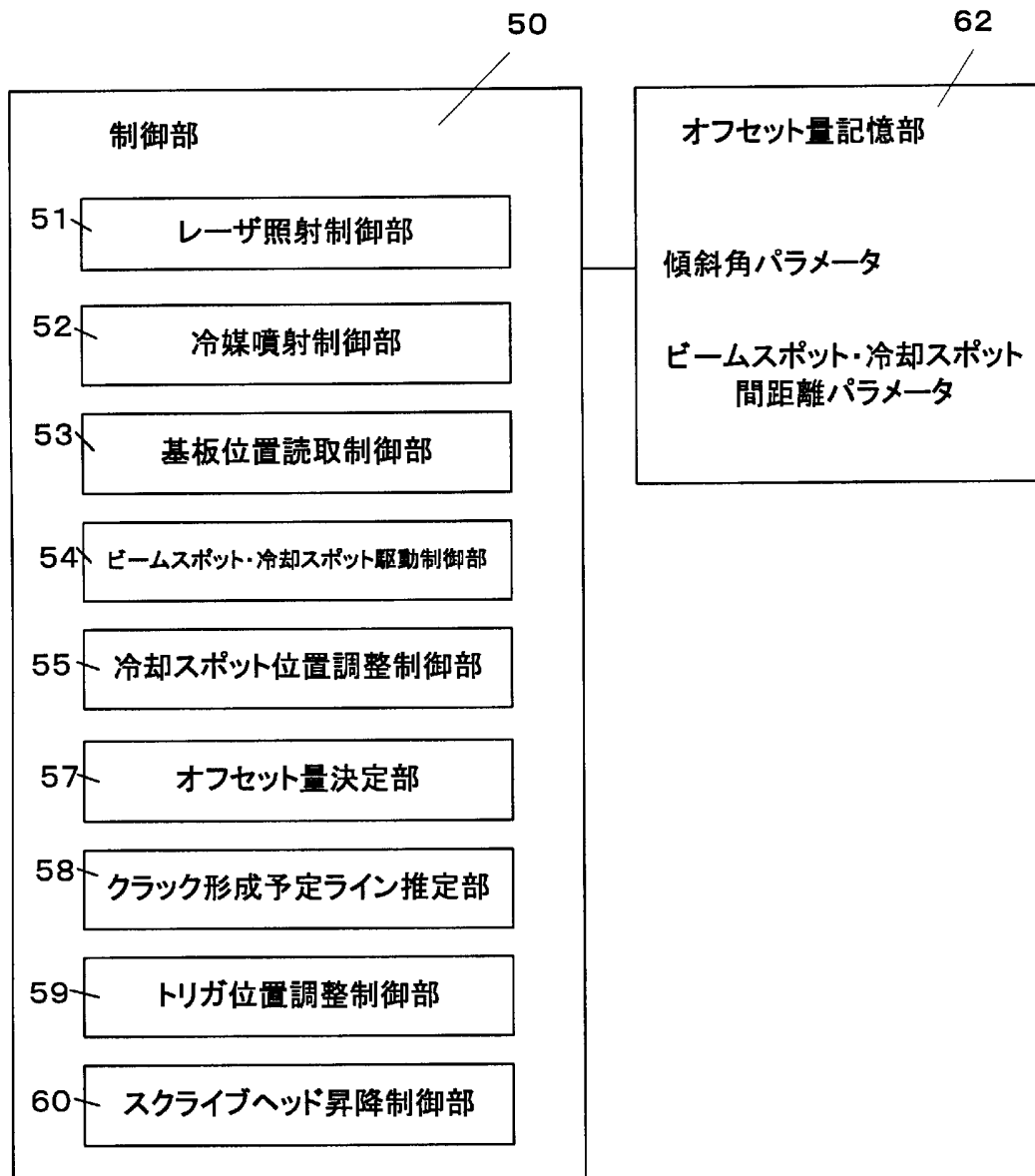
- [16] クラック形成の起点となるトリガを形成するトリガ形成部とトリガ形成部の位置を調整するトリガ位置調整部とをさらに備え、

制御部は、基板端においてクラック形成を開始する際に、予め、推定したクラック形成予定ライン上の基板端に、トリガ形成部の位置を設定することを特徴とする請求項12に記載のクラック形成装置。

[図1]



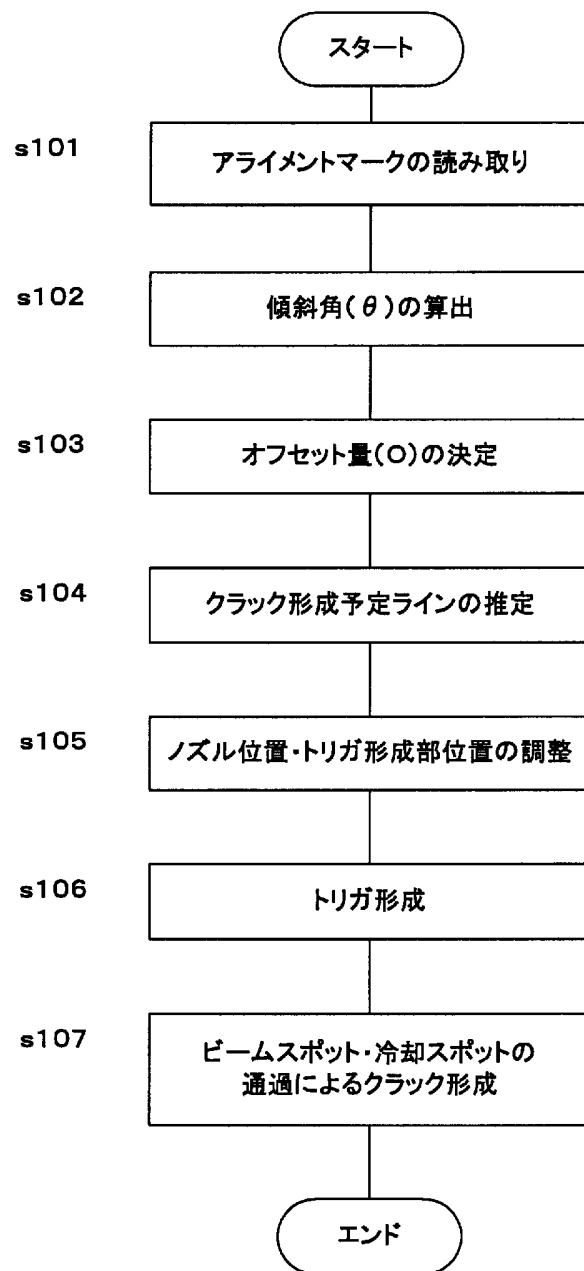
[図2]



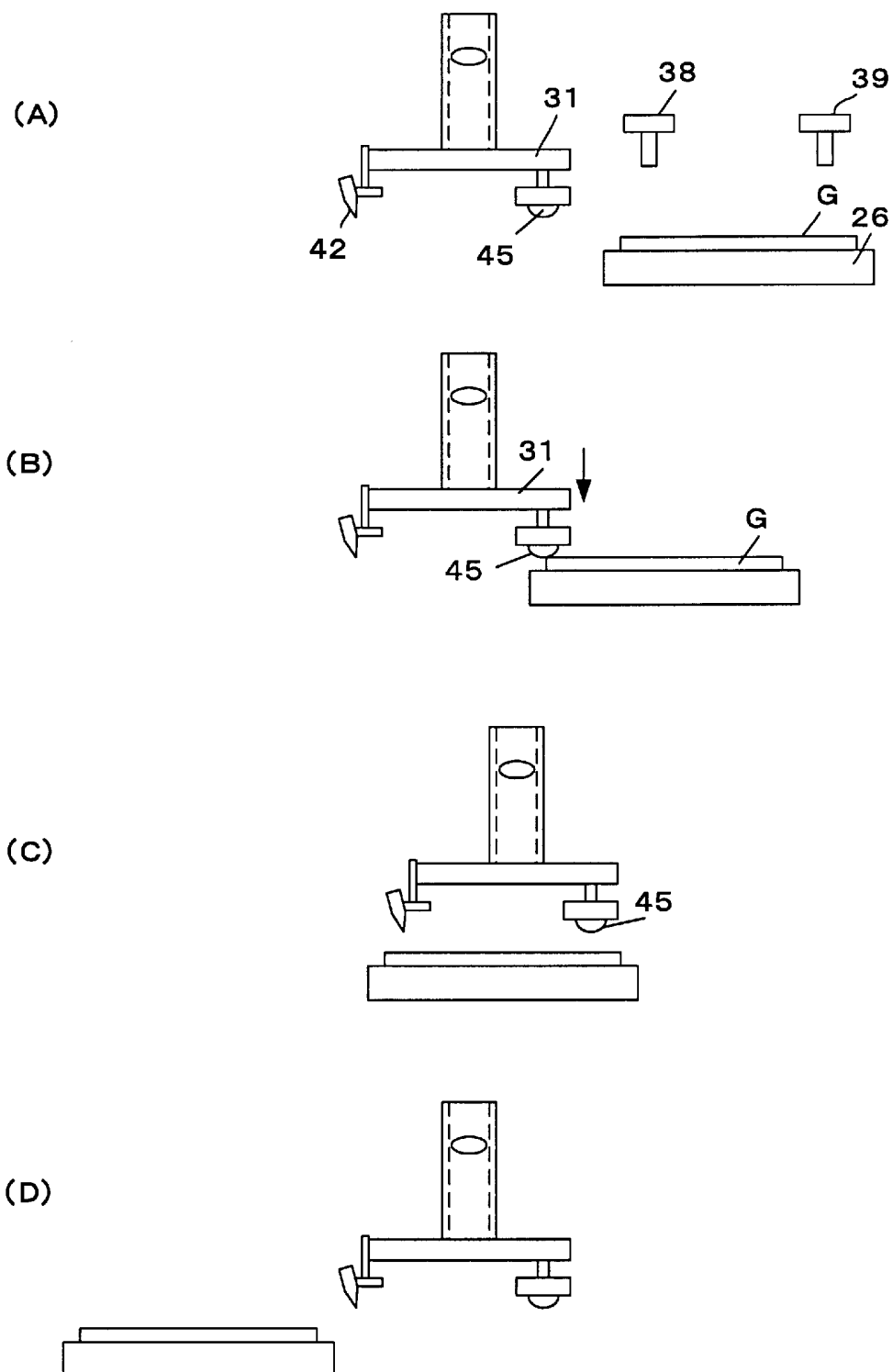
[図3]

傾斜角 θ [度分]	オフセット量 [μm]	出力 [W]	ビームスポット 冷却スポット (X)距離[mm]	ビームスポット 冷却スポット (Y)距離[mm]
0° 06 S	50	130	30 ↓	25 ↓
		160		28 ↓
		190	↓	27 ↓
0° 11 S	100	130	30 ↓	49 ↓
		160		56 ↓
		190	↓	54 ↓
0° 17 S	150	130	30 ↓	75 ↓
		160		83 ↓
		190	↓	80 ↓
0° 23 以上	200	130	30 ↓	105 ↓
		160		111 ↓
		190	↓	107 ↓

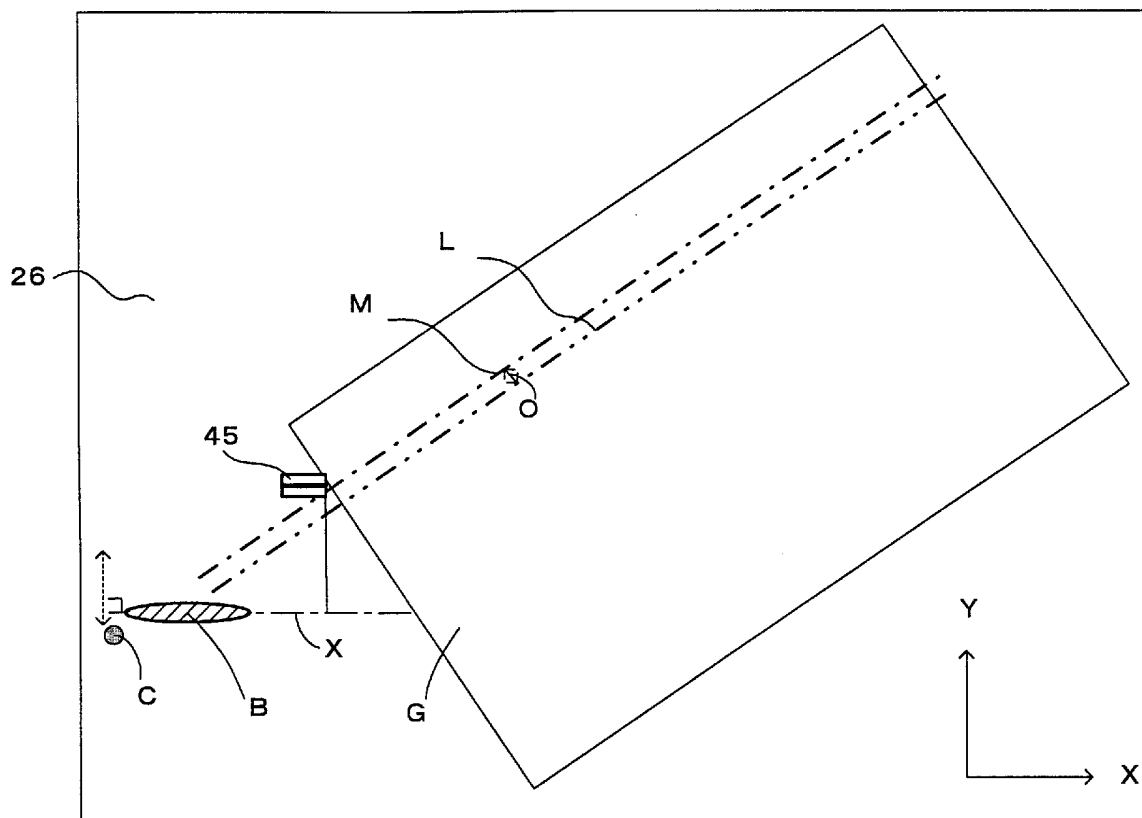
[図4]



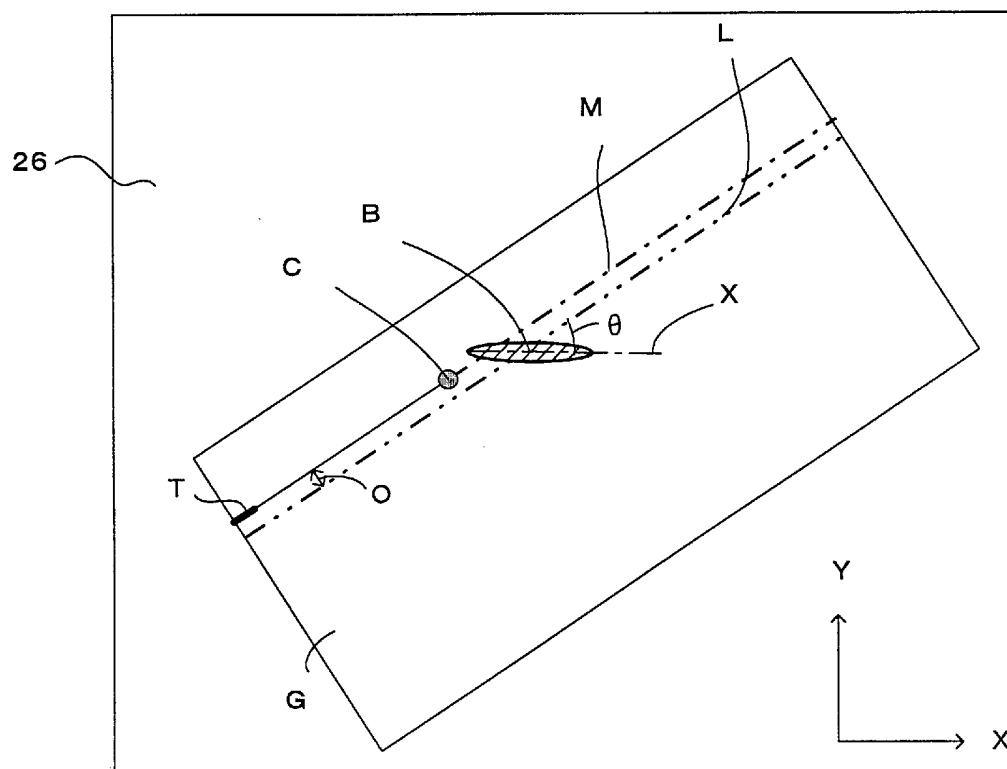
[図5]



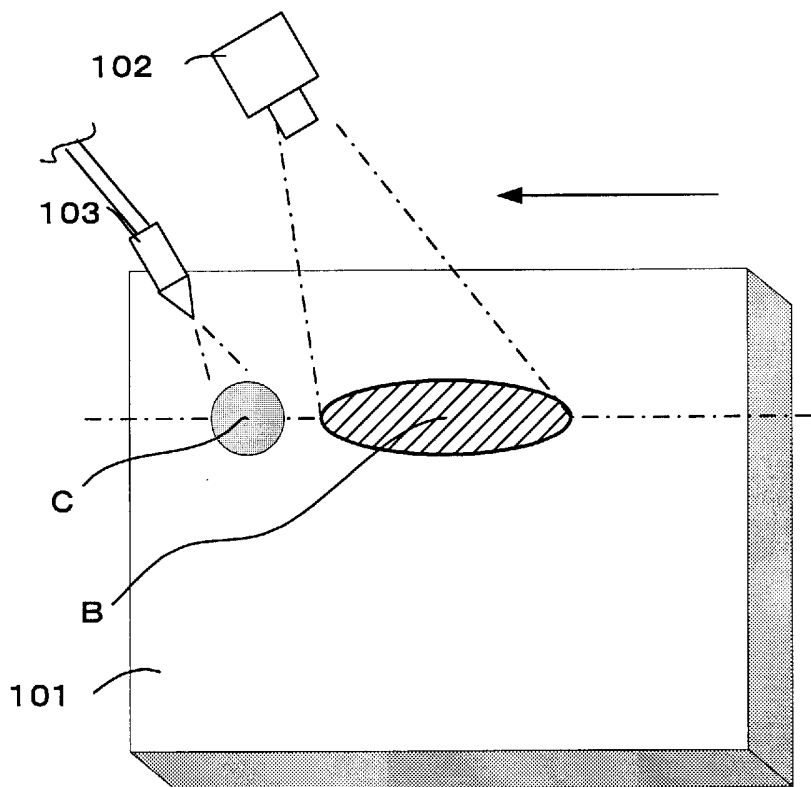
[図6]



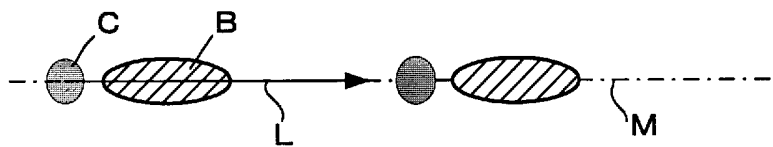
[図7]



[図8]



[図9]

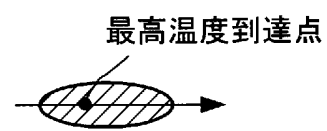


[図10]

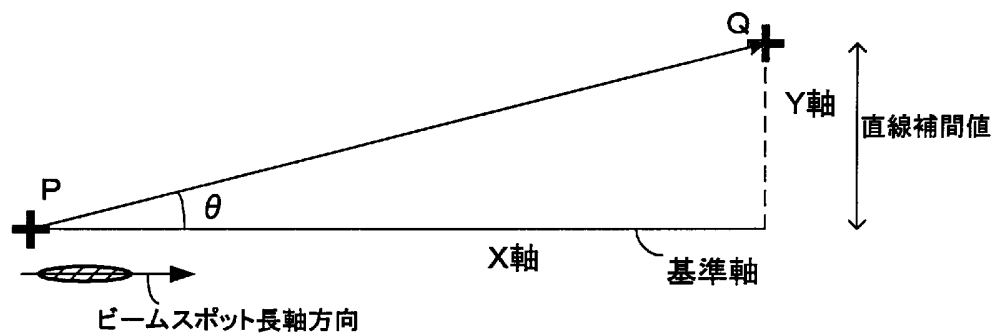
(a)



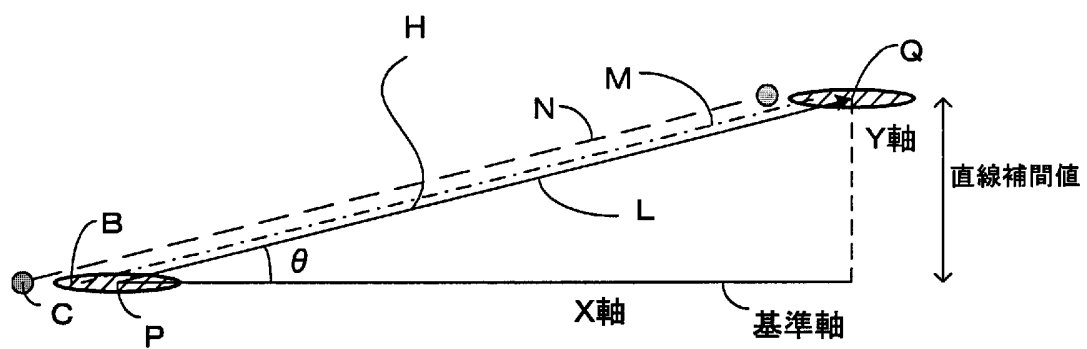
(b)



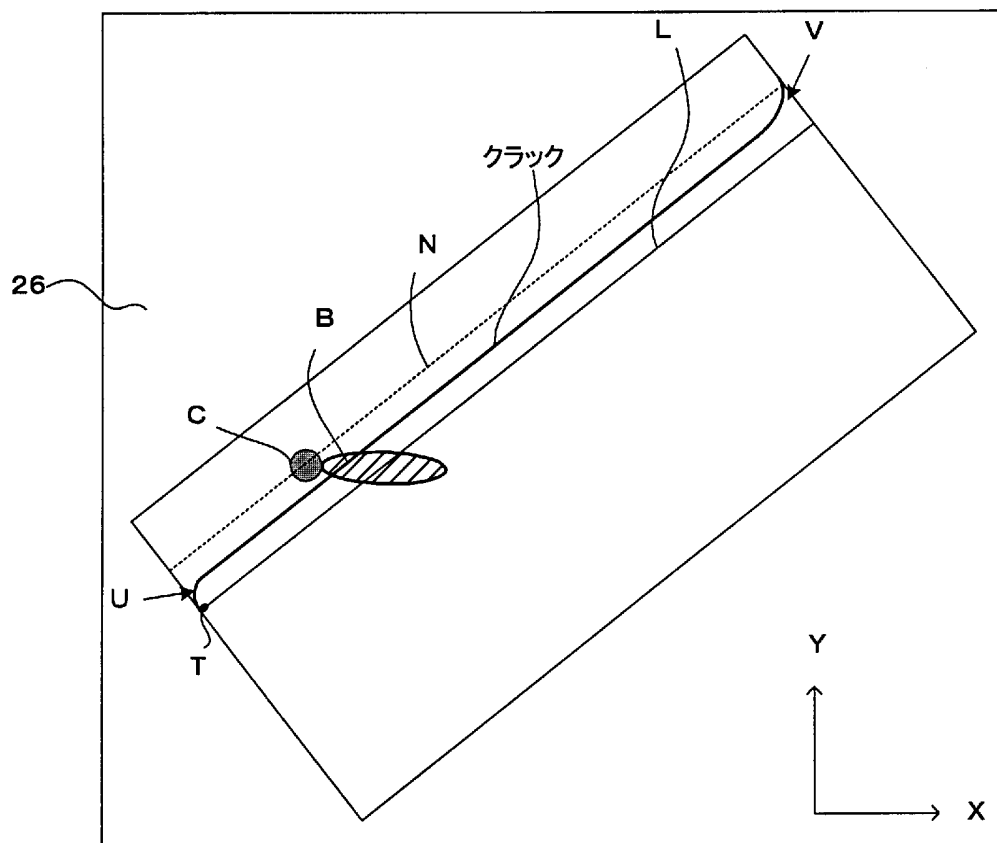
[図11]



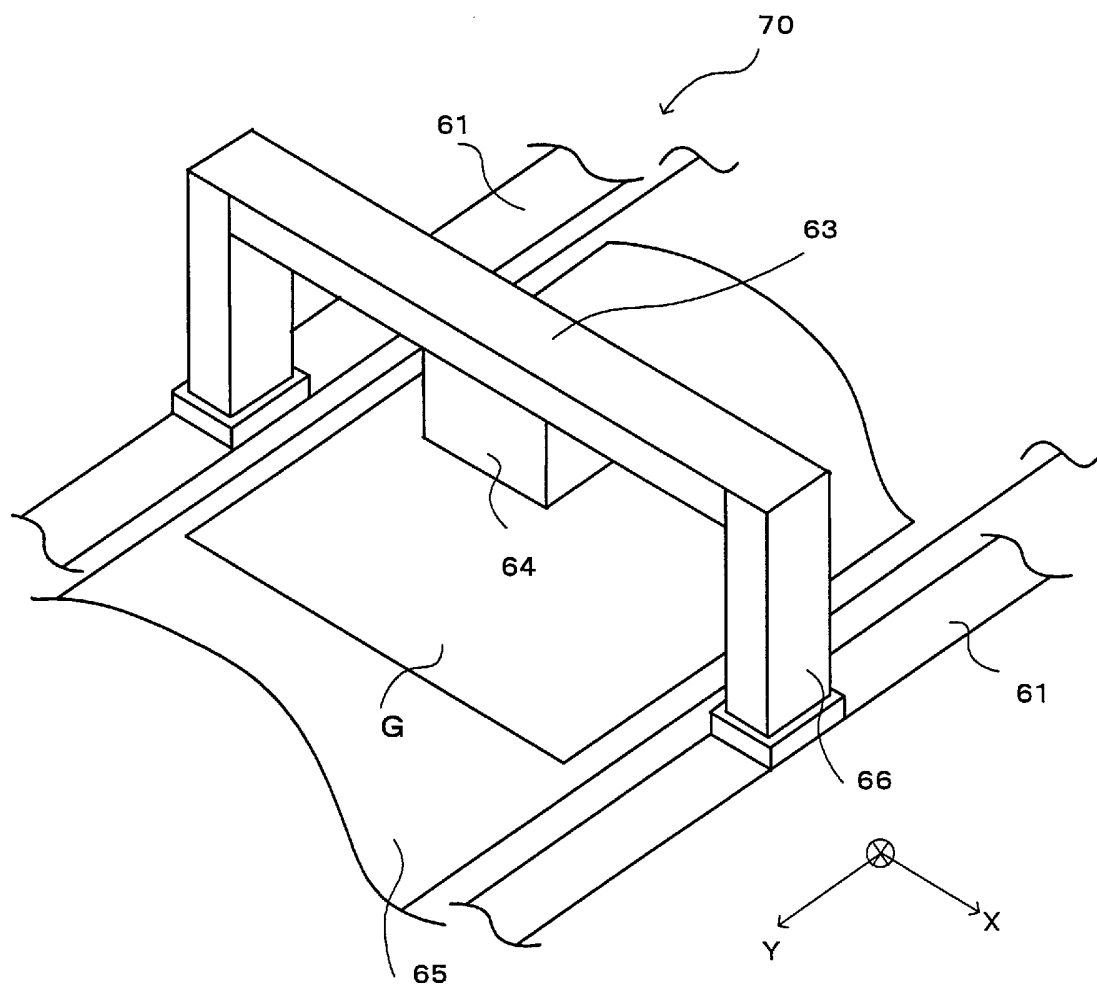
[図12]



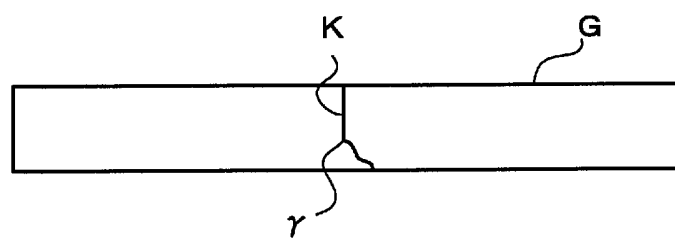
[図14]



[図15]

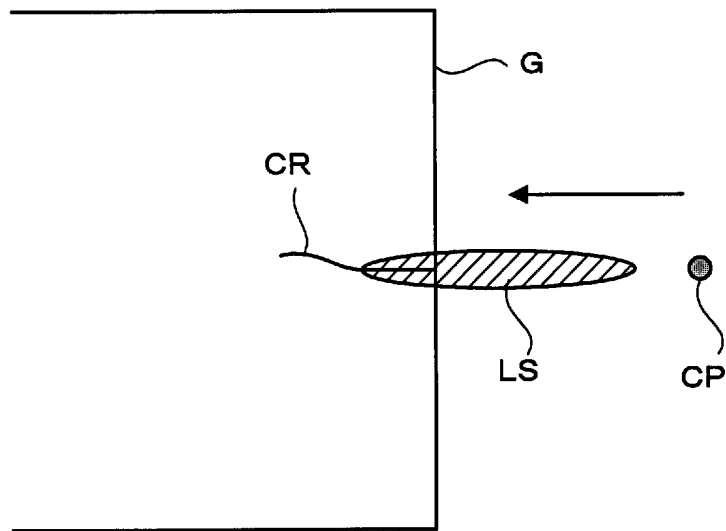


[図16]

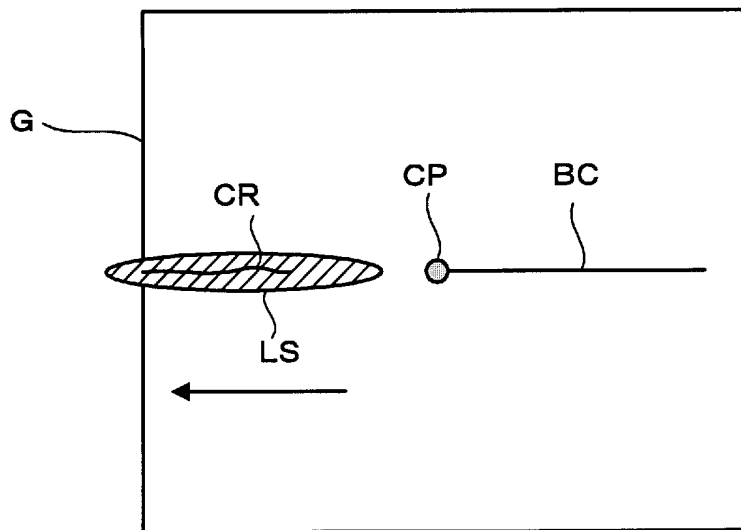


[図17]

(a)



(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2005/019533

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B23K26/36 (2006.01), **B23K26/14** (2006.01), **B28D5/00** (2006.01), **C03B33/09** (2006.01)

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)

B23K26/36 (2006.01), **B23K26/14** (2006.01), **B28D5/00** (2006.01), **C03B33/09** (2006.01), **H01L21/301** (2006.01)

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	1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2006	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2006

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.
A	WO 2004/014625 A1 (Mitsuboshi Diamond Industrial Co., Ltd.), 19 February, 2004 (19.02.04), Full text; all drawings (Family: none)	1-16
A	JP 11-21141 A (Carl-Zeiss Stiftung), 26 January, 1999 (26.01.99), Full text; all drawings & US 5984159 A & DE 19715537 A1	1-16

☐ 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
20 January, 2006 (20.01.06)

Date of mailing of the international search report
31 January, 2006 (31.01.06)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl. B23K26/36(2006.01), B23K26/14(2006.01), B28D5/00(2006.01), C03B33/09(2006.01)											
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. B23K26/36(2006.01), B23K26/14(2006.01), B28D5/00(2006.01), C03B33/09(2006.01), H01L21/301(2006.01)											
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2006年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2006年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2006年</td> </tr> </table>				日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2006年	日本国実用新案登録公報	1996-2006年	日本国登録実用新案公報	1994-2006年
日本国実用新案公報	1922-1996年										
日本国公開実用新案公報	1971-2006年										
日本国実用新案登録公報	1996-2006年										
日本国登録実用新案公報	1994-2006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									
A	WO 2004/014625 A1(三星ダイヤモンド工業株式会社)2004.02.19, 全文,全図 (ファミリーなし)	1-16									
A	JP 11-21141 A(カールーツァイスースティフツング)1999.01.26, 全文,全図 & US 5984159 A & DE 19715537 A1	1-16									
☐ 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 20.01.2006		国際調査報告の発送日 31.01.2006									
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 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) 加藤 昌人 電話番号 03-3581-1101 内線 3364	3 P 9257								