(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
2013 年 5 月 23 日(23.05.2013)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2013/073386 A1

(51) 国際特許分類:
C03B 33/09 (2006.01) *B23K 26/06* (2006.01)
B23K 26/00 (2006.01) *B23K 26/38* (2006.01)
B23K 26/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2012/078384

(22) 国際出願日: 2012 年 11 月 1 日(01.11.2012)

(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 2011-249158 2011 年 11 月 14 日(14.11.2011) JP

(71) 出願人: 旭硝子株式会社 (ASAHI GLASS COMPANY, LIMITED) [JP/JP]; 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目５番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 齋藤　勲 (SAITO, Isao); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目５番１号　旭硝子株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 伊東　忠重, 外 (ITOH, Tadashige et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目１番１号　丸の内　ＭＹ　ＰＬＡＺＡ　（明治安田生命ビル）　１６階 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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, 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, JP, 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, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

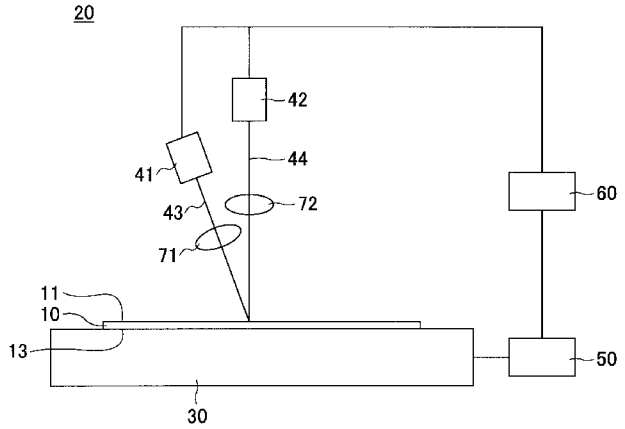
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, 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)）

(54) **Title**: METHOD FOR CUTTING GLASS PLATE AND DEVICE FOR CUTTING GLASS PLATE

(54) 発明の名称 : ガラス板の切断方法、及びガラス板の切断装置

[図1]



(57) **Abstract**: [Problem] To provide a method for cutting glass plates that reduces occurrences of chips and molten glass powder during cutting and provides an inclined cut surface. [Solution] This method for cutting a glass plate moves a first region (45) where first heating light (43) is applied and a second region (46) where second heating light (44) is applied on a surface (11) of a glass plate (10) and cuts the glass plate (10) by thermal stress. The method for cutting a glass plate is characterized in that: when the first region (45) and second region (46) are both moved along at least part of a planned cutting line (12) on the surface (11), a width (W1) of the first region (45) in a direction orthogonal to the direction of movement (direction of arrow (M)) thereof is narrower than a width (W2) of the second region (46), which precedes the first region (45), in a direction orthogonal to the direction of movement thereof; and the first heating light (43) has a wavelength of 250 - 5000 nm and is incident at an inclination to the surface (11) when viewed in the direction of movement of the first region (45).

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2013/073386 A1

切断の際に発生する切り屑やガラス溶融粉の発生を低減しかつ傾斜した切断面を得るガラス板の切断方法を提供すること。 【解決手段】ガラス板１０の表面１１上で、第１加熱光４３を照射する第１領域４５、及び第２加熱光４４を照射する第２領域４６を移動させて、熱応力でガラス板１０を切断するガラス板の切断方法であって、第１領域４５と第２領域４６とが共に表面１１の切断予定線１２の少なくとも一部に沿って移動するとき、第１領域４５の移動方向（矢印Ｍ方向）と直交する方向における幅Ｗ１は第１領域４５に先行する第２領域４６の移動方向と直交する方向における幅Ｗ２よりも狭く、第１加熱光４３は、２５０～５０００ｎｍの波長を有し、第１領域４５の移動方向視で表面１１に斜めに入射することを特徴とする。

明　細　書

発明の名称 ： ガラス板の切断方法、及びガラス板の切断装置

技術分野

[0001] 本発明は、ガラス板の切断方法、及びガラス板の切断装置に関する。

背景技術

[0002] ガラス板の切断方法として、ガラス板の表面にカッターなどで切り線を加工したうえで、曲げ応力をガラス板に加え、切り線に沿ってガラス板を割断する方法が知られている。このとき、ガラス板の切り線には、ガラス板の表面に垂直な切断面を形成されるので、切り線が閉じた線で形成されている場合には、切断で得られる切断片同士の板厚方向への分離が困難である。そのため、不要部分をブレイクすることで所望の形状のガラス板を切り出すことが行われている。

[0003] そこで、切断した所望のガラス板を容易に分離するために、切断面を傾斜させる方法が検討されている（例えば、特許文献１、２、３参照）。しかしながら、これらの方法では、カッターホイールを用いて切り線を形成させるため、切り線を加工する際に、切り屑が発生するという問題がある。

[0004] 一方で、切り線を加工することなく、ガラス板の表面上でCO_2レーザ光の照射領域を移動させて、ガラス板を溶断する方法が提案されている（例えば、特許文献４参照）。CO_2レーザ光による溶断は、ガラス板を溶かしながら切断するため、溶断面がテーパを有する。そのため、切断面を傾斜させることを考慮する必要がない。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開平７－２２３８２８号

特許文献2：特開平９－２７８４７４号

特許文献3：特開２００１－２４３８号

特許文献4：特開平７－６８３９５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、ガラス板を溶断する場合でも、ガラス溶融粉が発生し、ガラス溶融粉は高温であるために溶断面近傍に溶着するという問題がある。ガラス溶融粉はガラス板に溶着しているためエアで吹き飛ばすことも難しい。また、溶断によって得られる溶断片のエッジ近傍には引張応力が残留するので、溶断片が欠けやすくなる。残留引張応力は、ガラスの溶融部分が高温から室温まで冷却固化することで生じる。

[0007] 本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであって、切断の際に発生する切り屑やガラス溶融粉の発生を低減しかつ傾斜した切断面を得るガラス板の切断方法及びガラス板の切断装置の提供を目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上記目的を解決するため、本発明の一の態様によるガラス板の切断方法は、

ガラス板の表面上に照射される加熱光による熱応力で前記ガラス板を切断するガラス板の切断方法であって、

前記加熱光は、第１加熱光と第２加熱光とを有し、

前記第１加熱光が照射される第１領域と前記第２加熱光が照射される第２領域とを共に前記ガラス板の表面の切断予定線の少なくとも一部に沿って移動させ、

前記第１領域の移動方向と直交する方向における幅は、前記第１領域が前記切断予定線の少なくとも一部に沿って移動するとき、前記第１領域に先行する前記第２領域の移動方向と直交する方向における幅よりも狭く、

前記第１加熱光は、２５０～５０００ｎｍの波長を有し、前記第１領域の移動方向視で前記表面に斜めに入射することを特徴とする。

[0009] また、本発明の他の態様によるガラス板の切断装置は、

ガラス板を支持する支持体と、該支持体に支持される前記ガラス板の表面に加熱光を照射する光源装置と、前記表面上の前記加熱光が照射される領域

を移動させる移動装置と、前記移動装置を制御する制御装置とを有し、前記ガラス板の表面上に照射される前記加熱光による熱応力で前記ガラス板を切断するガラス板の切断装置であって、

前記加熱光は、第１加熱光と第２加熱光とを有し、

前記制御装置は、前記移動装置によって、前記第１加熱光が照射される第１領域と前記第２加熱光が照射される第２領域とを共に前記ガラス板の表面の切断予定線の少なくとも一部に沿って移動させ、

前記光源装置は、

前記第１領域の移動方向と直交する方向における幅が、前記第１領域が前記切断予定線の少なくとも一部に沿って移動するとき、前記第１領域に先行する前記第２領域の移動方向と直交する方向における幅よりも狭く、

前記第１加熱光が、２５０～５０００ｎｍの波長を有し、前記第１領域の移動方向視で前記表面に斜めに入射するよう構成されたことを特徴とする。

[0010] 本願の他の目的、特徴、長所は下記の発明の詳細な説明を図面を参照し読むことでより明らかになるであろう。

発明の効果

[0011] 本発明の実施例によれば、切断の際に発生する切り屑やガラス溶融粉の発生を低減しかつ傾斜した切断面を得るガラス板の切断方法及びガラス板の切断装置が提供される。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]本発明の第１実施形態による切断装置の側面図

[図2]本発明の第１実施形態による切断方法の説明図（１）

[図3]本発明の第１実施形態による切断方法の説明図（２）

[図4]本発明の第１実施形態の変形例による切断方法の説明図

[図5]本発明の第２実施形態による切断方法の説明図（１）

[図6]本発明の第２実施形態による切断方法の説明図（２）

[図7]本発明の第３実施形態による切断方法の説明図（１）

[図8]本発明の第３実施形態による切断方法の説明図（２）

発明を実施するための形態

[0013] 以下、本発明を実施するための形態について図面を参照して説明する。尚、各図面において、同一の又は対応する構成には、同一の又は対応する符号を付して説明を省略する。

[0014] ［第１実施形態］

図１は、本発明の第１実施形態による切断装置の側面図である。

[0015] 切断装置２０は、図１に示すように、支持体としてのステージ３０と、第１及び第２光源４１、４２と、移動装置５０と、制御装置６０とを備える。切断装置２０の各種動作は、制御装置６０による制御下で行われる。

[0016] 切断装置２０は、図１に示すように、ガラス板１０がステージ３０に支持されると、第１光源４１から第１加熱光４３を、第２光源４２から第２加熱光４４をそれぞれ出射し、ガラス板１０の表面１１に照射する。移動装置５０は、ガラス板１０の表面１１上で、第１加熱光４３を照射する第１領域４５（図２参照）、及び第２加熱光４４を照射する第２領域４６（図２参照）を移動する。熱応力によって、ガラス板１０が切断される。尚、ガラス板１０の表面１１には、切り線が予め設けられていなくてよい。以下、切断装置２０の各構成について説明する。

[0017] ステージ３０は、ガラス板１０の裏面１３を支持する。ステージ３０は、ガラス板１０を吸着固定してもよいし、粘着固定してもよい。ステージ３０は、例えばＸＹステージで構成され、移動装置５０によって移動される。

[0018] 第１光源４１は、第１加熱光４３の光源である。第１加熱光４３としては、例えば、紫外光、可視光、赤外光等が用いられる。第１光源４１としては、例えばレーザ発振器、又は赤外線ヒータ（ＩＲヒータ）等が用いられる。レーザ発振器としては、例えばＵＶレーザ（波長：３５５ｎｍ）、グリーンレーザ（波長：５３２ｎｍ）、半導体レーザ（ＤＤＬ）（波長：８０８ｎｍ、９４０ｎｍ、９７５ｎｍ）、ファイバーレーザ（ＦＢＬ）（波長：１０６０～１１００ｎｍ）、Ｎｄ：ＹＡＧレーザ（波長：１０６４ｎｍ）、Ｈｏ：ＹＡＧレーザ（波長：２０８０ｎｍ）、Ｅｒ：ＹＡＧレーザ（波長：２９４

０ｎｍ）等がある。赤外線ヒータは、第１加熱光４３を絞るため、反射板と併用されてよい。

[0019] 第１光源４１とステージ３０との間には、第１加熱光４３を集光する第１集光レンズ７１が設けてある。第１光源４１と第１集光レンズ７１の間には、第１加熱光４３の光強度分布を均一化する図示されないホモジナイザーが設けてあってもよい。

[0020] 第１加熱光４３は、第１光源４１から出射した後、第１集光レンズ７１等を介して、ガラス板１０の表面１１に斜めに入射する。第１加熱光４３の光軸４７（図３参照）は表面１１に斜めに交わる。通常、入射光の一部はガラス板１０の表面１１で反射され、入射光の残部がガラス板１０の表面１１で屈折する。屈折光の一部が熱としてガラス板１０に吸収され、屈折光の残部がガラス板１０の裏面１３から出射する。

[0021] このようにして、第１加熱光４３は、ガラス板１０を加熱する。ガラス板１０の加熱温度は、ガラスが過熱され軟化しないように、ガラスの徐冷点よりも低い温度に設定される。ガラスの徐冷点は、ガラスの粘度が10^{13}ｄＰａ・ｓ（ｐｏｉｓｅ）となる温度のことである。

[0022] 第１加熱光４３の照射領域である第１領域４５（図２参照）の形状は、例えば円形状、楕円形状、又は矩形状であってよい。

[0023] 第２光源４２は、第２加熱光４４の光源である。第２加熱光４４としては、第１加熱光４３と同様に、例えば、紫外光、可視光、赤外光等が用いられる。第２光源４２としては、第１光源４１と同様に、レーザ発振器や赤外線ヒータ（ＩＲヒータ）等が用いられる。

[0024] 第２光源４２とステージ３０との間には、第２加熱光４４を集光する第２集光レンズ７２が設けてある。第２光源４２と第２集光レンズ７２との間には、第２加熱光４４の光強度分布を均一化する図示されない第２ホモジナイザーが設けてあってもよい。

[0025] 第２加熱光４４は、第２光源４２から出射した後、第２集光レンズ７２等を介して、ガラス板１０の表面１１に垂直又は斜めに入射する。第２加熱光

４４の光軸４８（図３参照）が表面１１に垂直な場合、通常、入射光の一部はガラス板１０の表面１１で反射され、入射光の残部がガラス板１０を透過する。透過光の一部が熱としてガラス板１０に吸収され、透過光の残部がガラス板１０の裏面１３から出射する。尚、第２加熱光４４の光軸４８が表面１１に斜めに交わる場合も同様である。

[0026] このようにして、第２加熱光４４は、ガラス板１０を加熱する。ガラス板１０の加熱温度は、ガラスが過熱され軟化しないように、ガラスの徐冷点よりも低い温度に設定される。

[0027] 第２加熱光４４の照射領域である第２領域４６（図２参照）の形状は、例えば円形状、楕円形状、又は矩形状であってよい。

[0028] 移動装置５０は、第１及び第２加熱光４３、４４をガラス板１０に対して相対的に移動させて、ガラス板１０の表面１１上で、第１加熱光４３を照射する第１領域４５、及び第２加熱光４４を照射する第２領域４６を移動させる。移動装置５０は、例えばガラス板１０の表面１１と平行な方向（Ｘ方向及びＹ方向）にステージ３０を移動させるＸ軸モータ、及びＹ軸モータ等で構成される。移動装置５０は、ステージ３０側を移動させるが、第１及び第２光源４１、４２側、又は両側を移動させてもよい。

[0029] 移動装置５０は、第１及び第２加熱光４３、４４を独立にガラス板１０に対して相対的に移動させてよい。第１領域４５と第２領域４６との位置関係を調節することができる。移動装置５０は、例えば、ガラス板１０の表面１１と平行な方向（Ｘ方向及びＹ方向）に、第１光源４１と第２光源４２とを相対的に移動させるＸ軸モータ、及びＹ軸モータ等で構成される。また、移動装置５０は、第１光源４１を中心に第２光源４２を回動させる回転モータ等で構成されてもよく、その構成は特に限定されない。

[0030] 制御装置６０は、ＣＰＵ、及びＲＯＭやＲＡＭ等を含むコンピュータで構成される。制御装置６０は、第１光源４１や第２光源４２、移動装置５０等を制御して、切断装置２０の各種動作を制御する。

[0031] 次に、図２及び図３に基づき、上記構成の切断装置２０の動作（切断方法

）について説明する。図２は、本発明の第１実施形態による切断方法の説明図（１）であって、（ａ）はガラス板の表面の全体図、（ｂ）はガラス板の表面の要部図である。図３は、本発明の第１実施形態による切断方法の説明図（２）であって、（ａ）は図２のＡ－Ａ線に沿った断面図、（ｂ）は図２のＢ－Ｂ線に沿った断面図である。

[0032] 先ず、移動装置５０がステージ３０を移動させて、位置合わせを行う。次いで、第１光源４１が第１加熱光４３を、第２光源４２が第２加熱光４４をそれぞれ出射する。第１及び第２加熱光４３、４４は、表面１１の切断予定線１２の始点に実質的に同時に照射される。

[0033] 「切断予定線」とは、切断箇所となる予定の仮想線のことである。切断予定線１２の始点は、ガラス板１０の外周と交差している。切断予定線１２の始点には、切断の起点となる初期クラックがヤスリ等で予め形成されていてよい。切断予定線１２の終点は、ガラス板１０の外周、又は切断予定線１２の途中と交差している。なお、切断予定線の始点がガラス板の外周と交差していなくてもよく、切断予定線が、例えば、矩形や円形のような閉じた線であってもよい。

[0034] 次いで、移動装置５０が第１領域４５及び第２領域４６を切断予定線１２に沿って移動させる。例えば図２に示すように、矩形のガラス板１０を半分に切断する場合、第１領域４５の中心４５ａ、及び第２領域４６の中心４６ａは、切断予定線１２上の実質的に同じ位置に配置されてよい。

[0035] 第１実施形態では、第１領域４５と第２領域４６とが共に切断予定線１２の少なくとも一部に沿って移動するとき、第１領域４５の移動方向（矢印Ｍ方向）と直交する方向における幅Ｗ１が、第１領域４５に先行する第２領域４６の移動方向（矢印Ｍ方向）と直交する方向における幅Ｗ２よりも小さく設定される。

[0036] ここで、「先行する」とは、第２領域４６の前端４６ｂが、第１領域４５の前端４５ｂよりも第１領域４５の移動方向前方に位置することを意味する。第１領域４５は、図２では第２領域４６の内側に位置するが、第２加熱光

４４で加熱された部分を通る限り、例えば第２領域４６の外側に位置してもよい。また、第１領域４５と第２領域４６との位置関係は、図２では切断の途中で変動しないが、第２領域４６が第１領域４５に先行する限り、変動してもよい。

[0037] 先行する広幅の第２加熱光４４で加熱された部分の一部が、狭幅の第１加熱光４３でさらに加熱される。よって、切断に必要な熱をガラス板１０に与えることができると共に、急激な温度勾配をガラス板１０に生じさせることができ、これにより切断精度を向上できる。

[0038] 尚、図２では、第２領域４６の中心４６ａと第１領域４５の中心４５ａとが切断予定線１２上の略同じ位置に配置されるが、図２の変形例である図４に示すように、広幅の第２領域４６の中心４６ａが狭幅の第１領域４５の中心４５ａよりも第１領域４５の移動方向前方（矢印M方向）にオフセットされてもよい。より急激な温度勾配をガラス板１０につけることができる。オフセット量Ｓは、第２領域４６の中心４６ａと第１領域４５の中心４５ａとの間の矢印M方向における距離であり、予め試験等で設定される。

[0039] 狭幅の第１加熱光４３で加熱される部分に熱応力が集中し、第１加熱光４３の後方近傍に、ガラス板１０を貫通するクラック１４が形成され、ガラス板１０が切断される。第１加熱光４３のガラス板１０中の経路がガラス板１０の切断面となる。

[0040] 第１実施形態では、第１領域４５の移動方向視（矢印M方向視）で、図３（ａ）に示すように第１加熱光４３がガラス板１０の表面１１に斜めに入射するので、ガラス板１０の切断面が板厚方向に対して斜めになる。よって、ガラス板１０の切断で得られる切断片同士の板厚方向への分離がしやすい。

[0041] 第１加熱光４３は、第１加熱光４３がガラス板１０の表面１１に入射する方向と、ガラス板１０の表面１１の法線方向とのなす角である入射角αで表面１１に入射し、スネルの法則に従って屈折角βで屈折する。ガラス板１０の切断面の板厚方向に対する傾きは、矢印M方向視での屈折角ϕと略一致し、矢印M方向視での入射角γに比例する。すなわち、矢印M方向視での入射

角γが大きくなれば、矢印M方向視での屈折角φも大きくなるので、ガラス板１０の切断面の板厚方向に対する傾きが大きくなる。この傾きが大きくなるほど、切断後の板厚方向への分離が容易となる。

[0042] ここで、「矢印M方向視での入射角γ」とは、矢印M方向に見たときに、第１加熱光４３がガラス板１０の表面１１に入射する方向と、ガラス板１０の表面１１の法線方向とのなす角を意味する。また、「矢印M方向視での屈折角φ」とは、矢印M方向に見たときに、第１加熱光４３がガラス板１０の表面１１で屈折する方向と、ガラス板１０の表面１１上のの法線方向とのなす角を意味する。

[0043] 矢印M方向視での入射角γと入射角αとの関係は、平面視（板厚方向視）における第１加熱光４３の光軸４７と切断予定線１２との位置関係で決まる。例えば図２（ａ）に示すように、平面視で第１加熱光４３の光軸４７が切断予定線１２に対して垂直に配置される場合、矢印M方向視における入射角γと入射角αとは等しい。尚、平面視で第１加熱光４３の光軸４７が切断予定線１２に対して斜めに配置されてもよく、この場合、矢印M方向視における入射角γは、入射角αよりも小さい。

[0044] 矢印M方向視での入射角γは１°以上６０°以下の範囲内で設定されてよい。また、ガラス板１０の屈折率によっては、矢印M方向視での入射角γを３°以上とすると、矢印M方向視での屈折角φが２°以上となることがある。この場合、切断面がガラス板の板厚方向に対して２°以上の傾斜を有することになるため、切断片を板厚方向に容易に分離できるようになり、好ましい。また、同様の理由で、矢印M方向視での入射角γを７．５°以上とすることで矢印M方向視での屈折角φが５°以上となり、より好ましく、矢印M方向視での入射角γを１２°以上とすることで矢印M方向視での屈折角φが８°以上となり、さらに好ましい。

[0045] ガラス板１０の表面１１での屈折光の強度をI_0（単位：W）とし、ガラス板１０の板厚をｔ（ｃｍ）、屈折光の屈折角をβとすると、ガラス板１０の裏面１３における出射光の強度Ｉは、下記の式（１）で表される。

$I = I_0 \times \exp(-\alpha \times t / \cos\beta)$ ・・・（１）

式（１）中、αは吸収係数（単位：／ｃｍ）と呼ばれる定数であり、光の波長やガラス板の組成に依存する定数である。第１加熱光４３に対するガラス板１０の吸収係数αが大きくなるほど、屈折光がガラス板１０に熱として吸収されやすい。ｔ／ｃｏｓβは、屈折光がガラス板１０中で移動する距離を表す。

[0046] 第１加熱光４３の波長が短くなると、ガラスが化学的に分解(光分解)される。一方、第１加熱光４３の波長が長くなると、加熱光の透過率が低くなり、ガラス板１０の裏面１３を十分に加熱できない。そこで、加熱光の波長は２５０ｎｍ～５０００ｎｍであってよい。

[0047] 第１実施形態では、下記の式（２）が成立することが好ましい。

$\alpha \times t / \cos\beta \leqq 2.3$ ・・・（２）

式（２）が成立する場合、屈折光のエネルギーの９０％以下が熱に変わる。９０％以下の場合、屈折光のエネルギーの少なくとも一部が、表面１１近傍で熱に変換されず裏面１３まで到達するので、適切な熱応力が発生し、切断精度が良好となる。

[0048] また、第１実施形態では、下記の式（３）が成立することが好ましい。

$0.01 \leqq \alpha \times t / \cos\beta$ ・・・（３）

式（３）が成立する場合、屈折光のエネルギーの１％以上が熱に変わる。１％以上とすることで、適切な熱変換効率が得られる。

[0049] なお、ガラス板１０は、強化処理を施されていないことが好適であるが、イオン交換法等によって得られる化学強化ガラスまたは風冷強化法等によって得られる物理強化ガラスなどの強化ガラスであってもよい。

[0050] 第１加熱光４３は、直線偏光であってよく、ガラス板１０の表面１１に対してｐ偏光として入射することが好ましい。ｐ偏光成分よりも反射率の高いｓ偏光成分がないので、ガラス板１０の加熱効率が良い。入射角αがブリュースター角のとき、ｐ偏光の反射率は０（ゼロ）となる。

[0051] 第１領域４５の移動方向と直交する方向における幅Ｗ１（以下、単に「第

１領域４５の幅Ｗ１」という）が狭くなるほど、切断予定線１２を中心としてガラス板１０には急激な温度勾配が発生するが、第１加熱光４３がガラス板１０に与える熱量が少なくなる。温度勾配と、熱量とのバランスから、第１領域４５の幅Ｗ１は０．１～２．０ｍｍが好ましい。

[0052] 第１領域４５の移動方向長さＬ１が短くなるほど、様々な寸法形状の切断予定線１２に対応するのが容易であるが、第１加熱光４３がガラス板１０に与える熱量が少なくなる。そのため、第１領域４５の移動方向長さＬ１は０．１～２．０ｍｍが好ましい。

[0053] 第１加熱光４３は、屈折光の表面１１でのパワー密度Ｄ１（単位：Ｗ／ｍｍ^2）と、屈折光の裏面１３でのパワー密度Ｄ２（単位：Ｗ／ｍｍ^2）との比Ｄ１／Ｄ２が０．８～１．２となるように集光されていることが好ましい。表面１１及び裏面１３の両面が局所的に所定の温度以上に加熱されるので、加熱効率が良い。

[0054] 第２領域４６は、第１領域４５よりも大面積に設定される。第２領域４６の移動方向と直交する方向における幅Ｗ２（以下、単に「第２領域４６の幅Ｗ２」という）と、第１領域４５の幅Ｗ１との比Ｗ１／Ｗ２は、０．２以下が好ましい。同様に、第２領域４６の移動方向長さＬ１と、第１領域４５の移動方向長さＬ２との比Ｌ１／Ｌ２は、０．２以下が好ましい。

[0055] 第１加熱光４３が単位時間あたりにガラス板１０に与える熱量Ｑ１（単位：Ｗ）と、第２加熱光４４が単位時間あたりにガラス板１０に与える熱量Ｑ２（単位：Ｗ）との比Ｑ１／Ｑ２は、０．６以上であることが好ましい。

[0056] 加熱光が単位時間あたりにガラス板に与える熱量Ｑは、加熱光の光源の出力Ｐ（単位：Ｗ）、加熱光のガラス板の表面での反射率Ｒ等から、下記の式（４）に基づいて近似的に算出される。反射率Ｒは、入射光の光束Φ１と、反射光の光束Φ２との比（Ｒ＝Φ２／Φ１）で表される。

Ｑ＝（１－Ｒ）×Ｐ×（１－ｅｘｐ（－α×ｔ／ｃｏｓβ））・・・（４）

式（４）中のα、ｔ、及びβは、式（１）中のα、ｔ、及びβと同じ意味である。

[0057] 以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明は、上記の第１実施形態に制限されない。本発明の範囲を逸脱することなく、上記の第１実施形態に種々の変形及び置換を加えることができる。

[0058] 例えば、上記の第１実施形態では、第１加熱光４３及び第２加熱光４４を用いたが、さらに第３加熱光を併用してもよく、加熱光の本数に制限はない。

[0059] また、上記の第１実施形態では、第１加熱光４３及び第２加熱光４４の光源装置として、第１光源４１及び第２光源４２を用いたが、１つの光源のみを用いてもよく、この場合、１つの光源から出射された加熱光を分岐してガラス板１０に照射すればよい。

[0060] ［第２実施形態］

図５は、本発明の第２実施形態による切断方法の説明図（１）であって、（ａ）はガラス板の表面の全体図、（ｂ）はガラス板の表面の要部図である。図６は、本発明の第２実施形態による切断方法の説明図（２）であって、（ａ）は図５のＡ－Ａ線に沿った断面図、（ｂ）は図５のＢ－Ｂ線に沿った断面図である。

[0061] 切断装置２０は、ガラス板１０の表面１１上で、第１加熱光４３を照射する第１領域４５、及び第２加熱光４４を照射する第２領域４６を切断予定線１１２に沿って移動して、熱応力によってガラス板１０を切断する。従って、ガラス板１０を溶断する場合に比べて、切断で得られる切断片に残留する引張応力が小さく、切断片が欠け難い。

[0062] また、第１領域４５と第２領域４６とが共に切断予定線１１２の少なくとも一部に沿って移動するとき、第１領域４５の幅Ｗ１（図２参照）が第１領域４５に先行する第２領域４６の幅Ｗ２よりも小さく設定される。よって、第１実施形態と同様に、切断に必要な熱をガラス板１０に与えることができると共に、急激な温度勾配をガラス板１０につけることができ、切断精度を向上することができる。

[0063] 狭幅の第１加熱光４３で加熱される部分に熱応力が集中し、第１加熱光４

３の後方近傍に、ガラス板１０を貫通するクラック１１４が形成され、ガラス板１０が切断される。第１加熱光４３のガラス板１０中の経路がガラス板１０の切断面となる。

[0064] また、第１領域４５の移動方向視（矢印M方向視）で、図６（ａ）に示すように第１加熱光４３がガラス板１０の表面１１に斜めに入射するので、ガラス板１０の切断面が板厚方向に対して斜めになる。よって、ガラス板１０の切断で得られる切断片同士の板厚方向への分離が可能である。

[0065] 尚、第２実施形態では、図５（ａ）に示すように切断予定線１１２がガラス板１０の表面１１を面積の異なる２つの部分１１ａ、１１ｂに分ける位置にあり、面積の異なる２つの部分１１ａ、１１ｂのうち、面積の大きい部分１１ｂの方から切断予定線１１２に向けて第１加熱光４３が入射するが、反対方向から第１加熱光４３が入射してもよい。第１加熱光４３の光軸４７の傾斜方向（図６（ａ）では右下がり）は、切断面を傾斜させる方向によって適宜選択される。

[0066] 第２実施形態の切断予定線１１２は、第２領域４６の中心４６ａを切断予定線１１２上に位置させて移動させた場合に、第２領域４６の中心４６ａを切断予定線１１２上に位置させて移動させた場合に、第１加熱光４４による第１領域４５の加熱によって切断予定線１１２と直交する方向に生じるガラス板の膨張に対して、切断予定線１１２を挟んだ両側で異なる抵抗力を生じる部分を含む。つまり、第１加熱光４４による第１領域４５の加熱によって切断予定線１１２と直交する方向に生じるガラス板の膨張に対する抵抗力（以下、抵抗力と称す。）を生じる。切断予定線１１２を挟んだ両側では、この抵抗力が異なる部分を含むことがある。抵抗力は、ガラス板１０を支持する支持力等に起因する。例えば、抵抗力は、ガラス板１０がステージ３０に載置されている場合、ガラス板１０とステージ３０との摩擦力を含む。また、抵抗力は、ガラス板１０がクランプで支持されている場合、ガラス板１０とクランプとの摩擦力を含む。

[0067] 上記抵抗力が異なる部分は、ガラス板１０の表面１１に第１加熱光４３と

第２加熱光４４とを照射し、第１領域４５と第２領域４６の中心４５ａ、４６ａを切断予定線１１２上に位置させながら、切断予定線１１２の全体にわたって移動させて、ガラス板１０を切断する実験によって推定することが可能である。この実験の結果から、少なくとも、切断されたガラス板１０の切断線（クラック１１４）が切断予定線１１２に対してずれた部分を、切断予定線１１２を挟んだ両側で異なる抵抗力を生じる部分と特定することができる。クラック１１４がずれた部分は、第１領域４５の加熱によるガラス板の膨張に対して、切断予定線１１２を挟んだ両側で上記に示した抵抗力に差があるため、クラック１１４が抵抗力の小さい方にずれたと考えられる。この実験の代わりに、コンピュータによるシミュレーション解析で抵抗力の差またはクラックのずれが生じる部分の推定を行ってもよい。

[0068] 上記部分を推定した後、抵抗力の差またはクラックのずれが生じる部分の少なくとも一部において、第２領域４６の中心４６ａを抵抗力の大きい側、すなわちクラックのずれた側と反対側にずらした位置になるように第２領域４６の移動軌跡の修正を行う。なお、クラック１１４がずれた部分の周辺の切断予定線１１２で生じる抵抗力の差を想定して、周辺の切断予定線１１２についても第２領域４６の移動軌跡の修正を行ってもよい。

[0069] 例えば、切断予定線１１２は、該切断予定線１１２を挟んだ両側で、該切断予定線１１２と直交する方向におけるガラス板１０のエッジ１５までの距離が異なる部分を含む。切断予定線１１２は、表面１１のエッジ１５の二辺１５ａ、１５ｂと平行である。切断予定線１１２と一辺１５ａとの間の間隔Ｎ１は、切断予定線１１２と他の一辺１５ｂとの間の間隔Ｎ２よりも短い。この場合、上記抵抗力に含まれるガラス板１０とステージ３０との摩擦力は、切断予定線１１２よりも図中左側（他の一辺１５ｂ側）で高く、切断予定線１１２よりも図中右側（一辺１５ａ側）で低い。

[0070] 広幅の第２領域４６の中心４６ａは、切断予定線１１２の上記部分の少なくとも一部に沿って移動するとき、切断予定線１１２から見て抵抗力が大きい側（即ち、他の一辺１５ｂ側）にずらした位置にあってよい。これによっ

て、実際の切断線（クラック１１４）が抵抗力の小さい側（一辺１５ａ側）に曲がっていくのを制限することができる。よって、実際の切断線を切断予定線１１２と一致させることができる。

[0071] ずらし量Ｔ１は、第２領域４６の中心４６ａと切断予定線１１２との間の距離であり、予め試験等で設定される。ずらし量Ｔ１は、エッジ１５との位置関係に応じて設定される。例えば、ずらし量Ｔ１は、間隔Ｎ１及び間隔Ｎ２（Ｎ１＜Ｎ２）に基づいて設定されてよく、間隔Ｎ１が小さくなるほど大きく設定されてよい。ずらし量Ｔ１は、例えば下記の式（５）に基づいて算出される。

Ｗ２×Ｋ／５≦Ｔ１≦Ｗ２・・・（５）

式（５）中、Ｗ２は第２領域４６の幅である。Ｋは、Ｋ＝（Ｎ２－Ｎ１）／（Ｎ１＋Ｎ２）の式から算出される係数である。

[0072] 尚、間隔Ｎ２が十分に大きい場合は、間隔Ｎ１のみに基づいて設定されてよい。さらに、係数Ｋが閾値以下の場合、ガラス板１０のエッジの影響が小さいので、Ｔ１＝０であってもよい。上記閾値は、ガラス板１０の熱伝導率等に基づいて設定される。例えば車両用窓ガラスの場合、上記閾値Ｋは例えば０．１以上、好ましくは０．２以上である。

[0073] 一方、狭幅の第１領域４５の中心４５ａは、切断予定線１１２上を移動する。従って、第１実施形態と同様に、高い切断精度を得ることができる。尚、第１領域４５の中心４５ａも剛性の大きい側に切断予定線１１２から僅かにずれていてもよい。

[0074] ［第３実施形態］

図７は、本発明の第３実施形態による切断方法の説明図（１）であって、（ａ）はガラス板の表面の全体図、（ｂ）はガラス板の表面の要部図である。図８は、本発明の第３実施形態による切断方法の説明図（２）であって、（ａ）は図７のＡ－Ａ線に沿った断面図、（ｂ）は図７のＢ－Ｂ線に沿った断面図である。

[0075] 第３実施形態では、切断予定線は曲線状部分２１２のみからなる。曲線状

部分２１２の始点及び終点は、ガラス板１０の表面１１のエッジ１５と交わっている。このガラス板１０は、第１実施形態と同様に、図１に示す切断装置２０で切断されてもよい。

[0076] 切断装置２０は、ガラス板１０の表面１１上で、第１加熱光４３を照射する第１領域４５、及び第２加熱光４４を照射する第２領域４６を移動して、熱応力によってガラス板１０を切断する。従って、ガラス板１０を溶断する場合に比べて、切断で得られる切断片に残留する引張応力が小さく、切断片が欠け難い。

[0077] また、第１領域４５と第２領域４６とが共に切断予定線の少なくとも一部に沿って移動するとき、第１領域４５の幅Ｗ１（図２参照）が第１領域４５に先行する第２領域４６の幅Ｗ２よりも小さく設定される。よって、第１実施形態と同様に、切断に必要な熱をガラス板１０に与えることができると共に、急激な温度勾配をガラス板１０につけることができ、切断精度を向上することができる。

[0078] 狭幅の第１加熱光４３で加熱される部分に熱応力が集中し、第１加熱光４３の後方近傍に、ガラス板１０を貫通するクラック２１４が形成され、ガラス板１０が切断される。第１加熱光４３のガラス板１０中の経路がガラス板１０の切断面となる。

[0079] また、第１領域４５の移動方向視（矢印Ｍ方向視）で、図８（ａ）に示すように第１加熱光４３がガラス板１０の表面１１に斜めに入射するので、ガラス板１０の切断面が板厚方向に対して斜めになる。よって、ガラス板１０の切断で得られる切断片同士の板厚方向への分離が可能である。尚、第３実施形態では、図７（ａ）に示すように曲線状部分２１２を境界線として径方向外側から曲線状部分２１２に向けて第１加熱光４３が入射するが、反対側から第１加熱光４３が入射してもよい。第１加熱光４３の光軸４７の傾斜方向（図８（ａ）では右下がり）は、切断面を傾斜させる方向によって適宜選択される。

[0080] ところで、第３実施形態では、第１実施形態と異なり、切断予定線が曲線

状部分２１２を含む。この場合、広幅の第２領域４６の中心４６ａは、曲線状部分２１２の少なくとも一部（図８では全部）に沿って移動するとき、図８に示すように、曲線状部分２１２の径方向外側（曲線状部分の曲率中心側とは反対側）に曲線状部分２１２からずらした位置にあってよい。曲線状部分２１２の内側と外側とで、第２領域４６の移動速度差に起因する温度差が小さくなるので、切断精度が良くなる。

[0081] ずらし量Ｔ２は、第２領域４６の中心４６ａと曲線状部分２１２との間の距離であり、予め試験等で設定される。ずらし量Ｔ２は、第２実施形態と同様に、エッジ１５との位置関係に基づいて設定されてよい。また、ずらし量Ｔ２は、曲線状部分の寸法形状に基づいて設定されてよく、曲線状部分の曲率半径が小さくなるほど大きく設定されてよい。

[0082] 尚、曲率半径が閾値以上の場合、曲線状部分の影響が小さいので、Ｔ２＝０であってもよい。上記閾値は、第２領域４６の寸法形状等に基づいて設定される。

[0083] 一方、狭幅の第１領域４５の中心４５ａは、曲線状部分２１２上を移動する。従って、第１実施形態と同様に、高い切断精度を得ることができる。尚、第１領域４５の中心４５ａは、曲線状部分２１２の径方向外側に曲線状部分から僅かにずれていてもよい。

[0084] 尚、第３実施形態では、切断予定線は曲線状部分２１２のみからなるとしたが、本発明はこれに限定されない。例えば、切断予定線は、曲線状部分２１２の他に、直線状部分を含んでいてもよい。

実施例

[0085] 以下に、実施例等により本発明を具体的に説明するが、本発明はこれらの例によって限定されるものではない。

[0086] ［例１］

例１では、図２及び図３に示す方法で、１００ｍｍ×１００ｍｍ×３．５ｍｍの車両窓ガラス用の矩形のガラス板（徐冷点：５５０℃）を半分に切断した。切断予定線は、直線状部分のみからなり、間隔Ｎ１（図５参照）：５

０ｍｍ、間隔Ｎ２（図５参照）：５０ｍｍの位置に設定した。切断予定線の始点には初期クラックを設けなかった。

[0087] 切断の条件を以下に示す。

第１光源：ＦＢＬ（波長：１０７０ｎｍ、出力：２５Ｗ）

第２光源：ＦＢＬ（波長：１０７０ｎｍ、出力：４０Ｗ）

第１加熱光の入射角α（α＝γ）：１５°

第１加熱光の屈折角β（β＝φ）：９．９°

第１加熱光に対するガラス板の吸収係数α：２．７／ｃｍ

α×ｔ／ｃｏｓ（θ２）：０．９６（ｔはガラス板の板厚（ｃｍ）である）

第１領域：直径０．６２ｍｍの円形（幅：０．６２ｍｍ、移動方向長さ：０．６２ｍｍ）

第２領域：８ｍｍ×８ｍｍの矩形（幅：８ｍｍ、移動方向長さ：８ｍｍ）

第２領域の中心のずらし量Ｔ１（図５参照）：０ｍｍ

第２領域の中心のオフセット量Ｓ（図４参照）：０ｍｍ

第１及び第２領域の移動速度：１０ｍｍ／ｓｅｃ

切断の結果、実際の切断線と切断予定線とが一致しており、切断面の傾斜角度が９．８°である切断片（１００ｍｍ×５０ｍｍ×３．５ｍｍ）が得られた。また、切断片同士を板厚方向に手で分離することができた。尚、切断片同士は、切断予定線の終点において、手で触れるだけで切断可能な程度につながっていた。

[0088] ［例２］

例２では、第２光源の出力を０（ゼロ）として、１００ｍｍ×１００ｍｍ×３．５ｍｍの車両窓ガラス用の矩形のガラス板（徐冷点：５５０℃）を切断することを試みた。切断予定線は、直線状部分のみからなり、間隔Ｎ１（図５参照）：５０ｍｍ、間隔Ｎ２（図５参照）：５０ｍｍの位置に設定した。切断予定線の始点には初期クラックを設けなかった。

[0089] 切断の条件を以下に示す。

第１光源：ＦＢＬ（波長：１０７０ｎｍ、出力：１５Ｗ）

第１加熱光の入射角α（α＝γ）：３０°

第１加熱光の屈折角β（β＝φ）：１９．５°

第１加熱光に対するガラス板の吸収係数α：２．７／ｃｍ

α×ｔ／ｃｏｓβ：１．００（ｔはガラス板の板厚（ｃｍ）である）

第１領域：直径０．１７ｍｍの円形（幅：０．１７ｍｍ、移動方向長さ：０．１７ｍｍ）

第１領域の移動速度：１０ｍｍ／ｓｅｃ

レーザ照射の結果、切断できなかった。レーザ出力を２５Ｗに上昇させても切断できなかった。さらにレーザ出力を３５Ｗまで上昇させると、ガラス板が溶けて切断される溶断となった。

[0090] ［例３］

例３では、図５及び図６に示す方法で、１００ｍｍ×１００ｍｍ×３．５ｍｍの車両窓ガラス用の矩形のガラス板（徐冷点：５５０℃）を切断した。切断予定線は、直線状部分のみからなり、間隔Ｎ１：２０ｍｍ、間隔Ｎ２：８０ｍｍの位置に設定した。切断予定線の始点には初期クラックを設けなかった。

[0091] 切断の条件を以下に示す。

第１光源：ＦＢＬ（波長：１０７０ｎｍ、出力：２５Ｗ）

第２光源：ＦＢＬ（波長：１０７０ｎｍ、出力：８０Ｗ）

第１加熱光の入射角α（α＝γ）：１５°

第１加熱光の屈折角β（β＝φ）：９．９°

第１加熱光に対するガラス板の吸収係数α：２．７／ｃｍ

α×ｔ／ｃｏｓβ：０．９６（ｔはガラス板の板厚（ｃｍ）である）

第１領域：直径０．６２ｍｍの円形（幅：０．６２ｍｍ、移動方向長さ：０．６２ｍｍ）

第２領域：２４ｍｍ×２７ｍｍの矩形（幅：２４ｍｍ、移動方向長さ：２７ｍｍ）

第２領域の中心のずらし量Ｔ１（図５参照）：６ｍｍ

第２領域の中心のオフセット量Ｓ（図４参照）：０ｍｍ

第１及び第２領域の移動速度：１０ｍｍ／ｓｅｃ

切断の結果、実際の切断線と切断予定線とが一致しており、切断面の傾斜角度が１０．０°である切断片が得られた。また、切断片同士を板厚方向に手で分離することができた。尚、切断片同士は、切断予定線の終点において、手で触れるだけで切断可能な程度につながっていた。

[0092] ［例４～例８］

例４～例８では、それぞれ、第２領域の中心のずらし量Ｔ１（図５参照）を１０ｍｍ（例４）、８ｍｍ（例５）、４ｍｍ（例６）、２ｍｍ（例７）、０ｍｍ（例８）とした他は、例３と同様にしてガラス板を切断した。

[0093] 切断の結果、ずらし量Ｔ１が１０ｍｍ、８ｍｍ、４ｍｍの場合、それぞれ切断面の傾斜角度が９．６°、１０．２°、９．７°である例３と同様の高品質の切断片が得られた。尚、切断片同士は、切断予定線の終点において、手で触れるだけで切断可能な程度につながっていた。

[0094] 一方、ずらし量Ｔ１が２ｍｍ、０ｍｍの場合、実際の切断線が、切断予定線を境界線として剛性の小さい側に曲がった。

[0095] ［例９～例１３］

例９～例１３では、それぞれ、第２領域の中心のオフセット量Ｓ（図４参照）を１０ｍｍ（例９）、８ｍｍ（例１０）、６ｍｍ（例１１）、４ｍｍ（例１２）、２ｍｍ（例１３）とした他は、例３と同様にしてガラス板を切断した。

[0096] 切断の結果、例９～例１３では、それぞれ順に切断面の傾斜角度が１０．１°、１０．１°、１０．１°、９．６°、９．５°である例３と同様の高品質の切断片が得られた。また、例９～例１３では、例３とは異なり、切断片同士は、第１及び第２加熱光とガラス板との相対移動だけで完全に切断されており、切断予定線の終点でつながっていなかった。

[0097] ［例１４～例１８］

例１４～例１８では、第１領域の直径を０．１７ｍｍ（例１４）、０．３

４ｍｍ（例１５）、０．５２ｍｍ（例１６）、１．２５ｍｍ（例１７）、１．８６ｍｍ（例１８）とし、それに合わせて第１光源及び第２光源の出力、並びにオフセット量を最適化した他は、例１１と同様にしてガラス板を切断した。

[0098] 切断の結果、例１４～例１８では、それぞれ順に切断面の傾斜角度が９．６°、１０．１°、１０．１°、１０．０°、１０．１°である例１１と同様の高品質の切断片が得られ、切断片同士は第１及び第２加熱光とガラス板との相対移動だけで完全に切断されていた。例１１、例１４～例１８における、第１光源及び第２光源の出力、並びにオフセット量を表１に示す。尚、表１は、例の番号の代わりに、第１領域の直径の順序で並び替えてある。

[0099] [表1]

	第1領域の直径 (mm)	第1光源の出力 (W)	第2光源の出力 (W)	オフセット量 (mm)
例14	0.17	20	85	10
例15	0.34	25	80	6
例16	0.52	25	80	6
例11	0.62	25	80	6
例17	1.25	35	70	6
例18	1.86	45	60	6

［例１９］

例１９では、図５及び図６に示す方法で、１００ｍｍ×１００ｍｍ×２ｍｍの車両窓ガラス用の矩形のガラス板（徐冷点：５５０℃）を切断した。切

断予定線は、直線状部分のみからなり、間隔Ｎ１：５ｍｍ、間隔Ｎ２：９５ｍｍの位置に設定した。切断予定線の始点には初期クラックを設けなかった。

[0100] 切断の条件を以下に示す。

第１光源：ＦＢＬ（波長：１０７０ｎｍ、出力：３０Ｗ）

第２光源：ＦＢＬ（波長：１０７０ｎｍ、出力：８０Ｗ）

第１加熱光の入射角α（α＝γ）：３０°

第１加熱光の屈折角β（β＝φ）：１９．５°

第１加熱光に対するガラス板の吸収係数α：２．７／ｃｍ

α×ｔ／ｃｏｓβ：０．５７（ｔはガラス板の板厚（ｃｍ）である）

第１領域：直径１．２０ｍｍの円形（幅：１．２０ｍｍ、移動方向長さ：１．２０ｍｍ）

第２領域：直径２０ｍｍの円形（幅：２０ｍｍ、移動方向長さ：２０ｍｍ）

第２領域の中心のずらし量Ｔ１（図５参照）：１０ｍｍ

第２領域の中心のオフセット量Ｓ（図４参照）：６ｍｍ

第１及び第２領域の移動速度：１０ｍｍ／ｓｅｃ

切断の結果、実際の切断線と切断予定線とが一致しており、切断面の傾斜角度が２０．０°である切断片（厚さ２ｍｍ）が得られた。また、切断片同士を板厚方向に手で分離することができた。さらに、切断片同士は第１及び第２加熱光とガラス板との相対移動だけで完全に切断されていた。

[0101] ［例２０］

例２０では、図７及び図８に示す方法で、１００ｍｍ×１００ｍｍ×３．５ｍｍの車両窓ガラス用の矩形のガラス板（徐冷点：５５０℃）を切断した。切断予定線は、直径６０ｍｍの半円形の曲線状部分のみからなる。切断予定線の始点には初期クラックを設けなかった。

[0102] 切断の条件を以下に示す。

第１光源：ＦＢＬ（波長：１０７０ｎｍ、出力：３５Ｗ）

第２光源：ＦＢＬ（波長：１０７０ｎｍ、出力：６０Ｗ）

第１加熱光の入射角α（α＝γ）：１６°

第１加熱光の屈折角β（β＝φ）：１０．６°

第１加熱光に対するガラス板の吸収係数α：２．７／ｃｍ

α×ｔ／ｃｏｓβ：０．９６（ｔはガラス板の板厚（ｃｍ）である）

第１及び第２加熱光に対するガラス板の吸収係数：２．７／ｃｍ

第１領域：直径１．７８ｍｍの円形（幅：１．７８ｍｍ、移動方向長さ：１．７８ｍｍ）

第２領域：直径１０ｍｍの円形（幅：１０ｍｍ、移動方向長さ：１０ｍｍ）

第２領域の中心のずらし量Ｔ２（図７参照）：１ｍｍ

第２領域の中心のオフセット量Ｓ（図４参照）：０ｍｍ

第１及び第２領域の移動速度：１０ｍｍ／ｓｅｃ

切断の結果、実際の切断線と切断予定線とが一致しており、切断面の傾斜角度が９～１２°である切断片が得られた。また、切断片同士を板厚方向に手で分離することができた。尚、切断片同士は、切断予定線の終点において、手で触れるだけで切断可能な程度につながっていた。

[0103] ［例２１］

例２１では、図５及び図６に示す方法で、１００ｍｍ×１００ｍｍ×３．５ｍｍの車両窓ガラス用の矩形のガラス板（徐冷点：５５０℃）を切断した。切断予定線は、直線状部分のみからなり、間隔Ｎ１：２０ｍｍ、間隔Ｎ２：８０ｍｍの位置に設定した。切断予定線の始点には初期クラックを設けなかった。

[0104] 切断の条件を以下に示す。

第１光源：ＦＢＬ（波長：１０７０ｎｍ、出力：４５Ｗ）

第２光源：ＩＲヒータ（色温度２８００Ｋ、出力：２２０Ｗ）

第１加熱光の入射角α（α＝γ）：１５°

第１加熱光の屈折角β（β＝φ）：９．９°

第１加熱光に対するガラス板の吸収係数α：２．７／ｃｍ

α×ｔ／ｃｏｓβ：０．９６（ｔはガラス板の板厚（ｃｍ）である）

第１領域：直径１．８６ｍｍの円形（幅：１．８６ｍｍ、移動方向長さ：１．８６ｍｍ）

第２領域：４５ｍｍ×２０ｍｍの矩形（幅：４５ｍｍ、移動方向長さ：２０ｍｍ）

第２領域の中心のずらし量Ｔ１（図５参照）：２０ｍｍ

第２領域の中心のオフセット量Ｓ（図４参照）：１０ｍｍ

第１及び第２領域の移動速度：１０ｍｍ／ｓｅｃ

切断の結果、実際の切断線と切断予定線とが一致しており、切断面の傾斜角度が１０．６°である切断片が得られた。また、切断片同士を板厚方向に手で分離することができた。さらに、切断片同士は第１及び第２加熱光とガラス板との相対移動だけで完全に切断されていた。

[0105] 以上本発明の好ましい実施例について詳述したが、本発明は係る特定の実施形態に限定されるものではなく、特許請求の範囲に記載された本発明の要旨の範囲内において、種々の変形、変更が可能である。

[0106] 本国際出願は、２０１１年１１月１４日に出願した日本国特許出願２０１１－２４９１５８号に基づく優先権を主張するものであり、日本国特許出願２０１１－２４９１５８号の全内容をここに本国際出願に援用する。

符号の説明

[0107] １０ ガラス板

１１ 表面

１２ 切断予定線

１３ 裏面

２０ 切断装置

４１ 第１光源

４２ 第２光源

４３ 第１加熱光

４４ 第２加熱光

４５ 第１領域

４５ａ　第１領域の中心

４５ｂ　第１領域の前端

４６　第２領域

４６ａ　第２領域の中心

４６ｂ　第２領域の前端

５０　移動装置

６０　制御装置

請求の範囲

[請求項1] ガラス板の表面上に照射される加熱光による熱応力で前記ガラス板を切断するガラス板の切断方法であって、

前記加熱光は、第１加熱光と第２加熱光とを有し、

前記第１加熱光が照射される第１領域と前記第２加熱光が照射される第２領域とを共に前記ガラス板の表面の切断予定線の少なくとも一部に沿って移動させ、

前記第１領域の移動方向と直交する方向における幅は、前記第１領域が前記切断予定線の少なくとも一部に沿って移動するとき、前記第１領域に先行する前記第２領域の移動方向と直交する方向における幅よりも狭く、

前記第１加熱光は、２５０～５０００ｎｍの波長を有し、前記第１領域の移動方向視で前記表面に斜めに入射することを特徴とするガラス板の切断方法。

[請求項2] 前記切断予定線は、前記第２領域の中心を該切断予定線上に位置させて移動させた場合、前記第１加熱光による前記第１領域の加熱によって該切断予定線と直交する方向に生じるガラス板の膨張に対し、該切断予定線を挟んだ両側で異なる抵抗力を生じる部分を含み、

前記第２領域の中心は、前記切断予定線の前記部分の少なくとも一部に沿って移動するとき、前記切断予定線から前記抵抗力が大きい側にずらした位置にある請求項１又は２に記載のガラス板の切断方法。

[請求項3] 前記切断予定線は、該切断予定線を挟んだ両側で、該切断予定線と直交する方向における前記ガラス板のエッジまでの距離が異なる部分を含み、

前記第２領域の中心は、前記切断予定線の前記距離が異なる部分の少なくとも一部に沿って移動するとき、前記切断予定線から前記距離が大きい側にずらした位置にある請求項１又は２に記載のガラス板の切断方法。

[請求項4] 前記切断予定線は曲線状部分を含み、

前記第２領域の中心は、前記曲線状部分の少なくとも一部に沿って移動するとき、該曲線状部分から該曲線状部分の径方向外方にずらした位置にある請求項１又は２に記載のガラス板の切断方法。

[請求項5] 前記第２領域の中心は、前記切断予定線の少なくとも一部に沿って移動するとき、前記第１領域の中心よりも前記第１領域の移動方向前方にオフセットされる請求項１～４のいずれか一項に記載のガラス板の切断方法。

[請求項6] 前記第１領域の移動方向と直交する方向における幅が０．１～２．０ｍｍであり、

前記第１領域の移動方向長さが０．１～２．０ｍｍである請求項１～５のいずれか１項に記載のガラス板の切断方法。

[請求項7] 前記第１加熱光に対する前記ガラス板の吸収係数をα、前記ガラス板の板厚をｔ、前記第１加熱光が前記表面に入射するときの屈折角をβとした場合、α×ｔ／ｃｏｓβ≦２．３の式が成立する請求項１～６のいずれか１項に記載のガラス板の切断方法。

[請求項8] 前記第１加熱光に対する前記ガラス板の吸収係数をα、前記ガラス板の板厚をｔ、前記第１加熱光が前記表面に入射するときの屈折角をβとした場合、０．０１≦α×ｔ／ｃｏｓβの式が成立する請求項１～７のいずれか１項に記載のガラス板の切断方法。

[請求項9] 前記第１加熱光は、直線偏光であって、前記ガラス板の前記表面にｐ偏光として入射する請求項１～８のいずれか１項に記載のガラス板の切断方法。

[請求項10] ガラス板を支持する支持体と、該支持体に支持される前記ガラス板の表面に加熱光を照射する光源装置と、前記表面上の前記加熱光が照射される領域を移動させる移動装置と、前記移動装置を制御する制御装置とを有し、前記ガラス板の表面上に照射される前記加熱光による熱応力で前記ガラス板を切断するガラス板の切断装置であって、

前記加熱光は、第１加熱光と第２加熱光とを有し、

前記制御装置は、前記移動装置によって、前記第１加熱光が照射される第１領域と前記第２加熱光が照射される第２領域とを共に前記ガラス板の表面の切断予定線の少なくとも一部に沿って移動させ、

前記光源装置は、

前記第１領域の移動方向と直交する方向における幅が、前記第１領域が前記切断予定線の少なくとも一部に沿って移動するとき、前記第１領域に先行する前記第２領域の移動方向と直交する方向における幅よりも狭く、

前記第１加熱光が、２５０～５０００ｎｍの波長を有し、前記第１領域の移動方向視で前記表面に斜めに入射するよう構成されたことを特徴とするガラス板の切断装置。

［請求項11］ 前記切断予定線は、前記第２領域の中心を該切断予定線上に位置させて移動させた場合、前記第１加熱光による前記第１領域の加熱によって該切断予定線と直交する方向に生じるガラス板の膨張に対し、該切断予定線を挟んだ両側で異なる抵抗力を生じる部分を含み、

前記第２領域の中心は、前記切断予定線の前記部分の少なくとも一部に沿って移動するとき、前記切断予定線から前記抵抗力が大きい側にずらした位置にある請求項１０に記載のガラス板の切断装置。

［請求項12］ 前記切断予定線は、該切断予定線を挟んだ両側で、該切断予定線と直交する方向における前記ガラス板のエッジまでの距離が異なる部分を含み、

前記第２領域の中心は、前記切断予定線の前記部分の少なくとも一部に沿って移動するとき、前記切断予定線から前記距離が大きい側にずらした位置にある請求項１０又は１１に記載のガラス板の切断装置。

［請求項13］ 前記表面の切断予定線は曲線状部分を含み、

前記第２領域の中心は、前記曲線状部分の少なくとも一部に沿って

移動するとき、該曲線状部分から該曲線状部分の径方向外方にずらした位置にある請求項１０又は１１に記載のガラス板の切断装置。

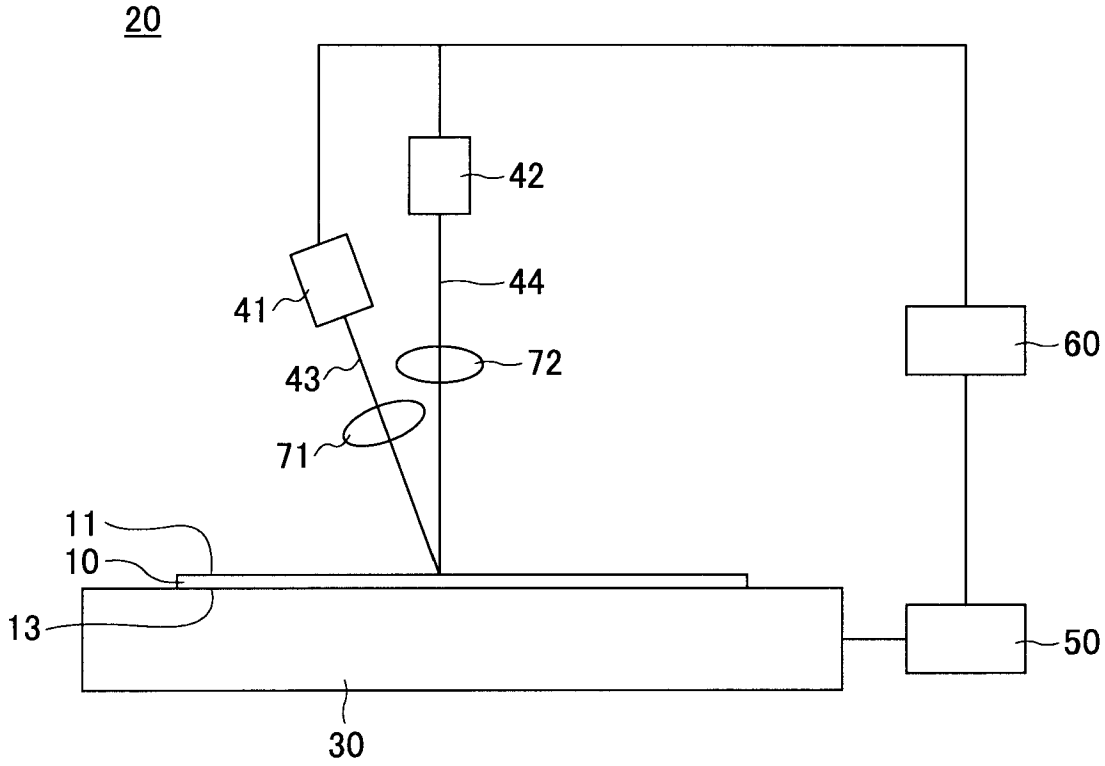
［請求項14］ 前記第２領域の中心は、前記切断予定線の少なくとも一部に沿って移動するとき、前記第１領域の中心よりも前記第１領域の移動方向前方にオフセットされる請求項１０～１３のいずれか一項に記載のガラス板の切断装置。

［請求項15］ 前記第１領域の移動方向と直交する方向における幅が０．１～２．０ｍｍであり、

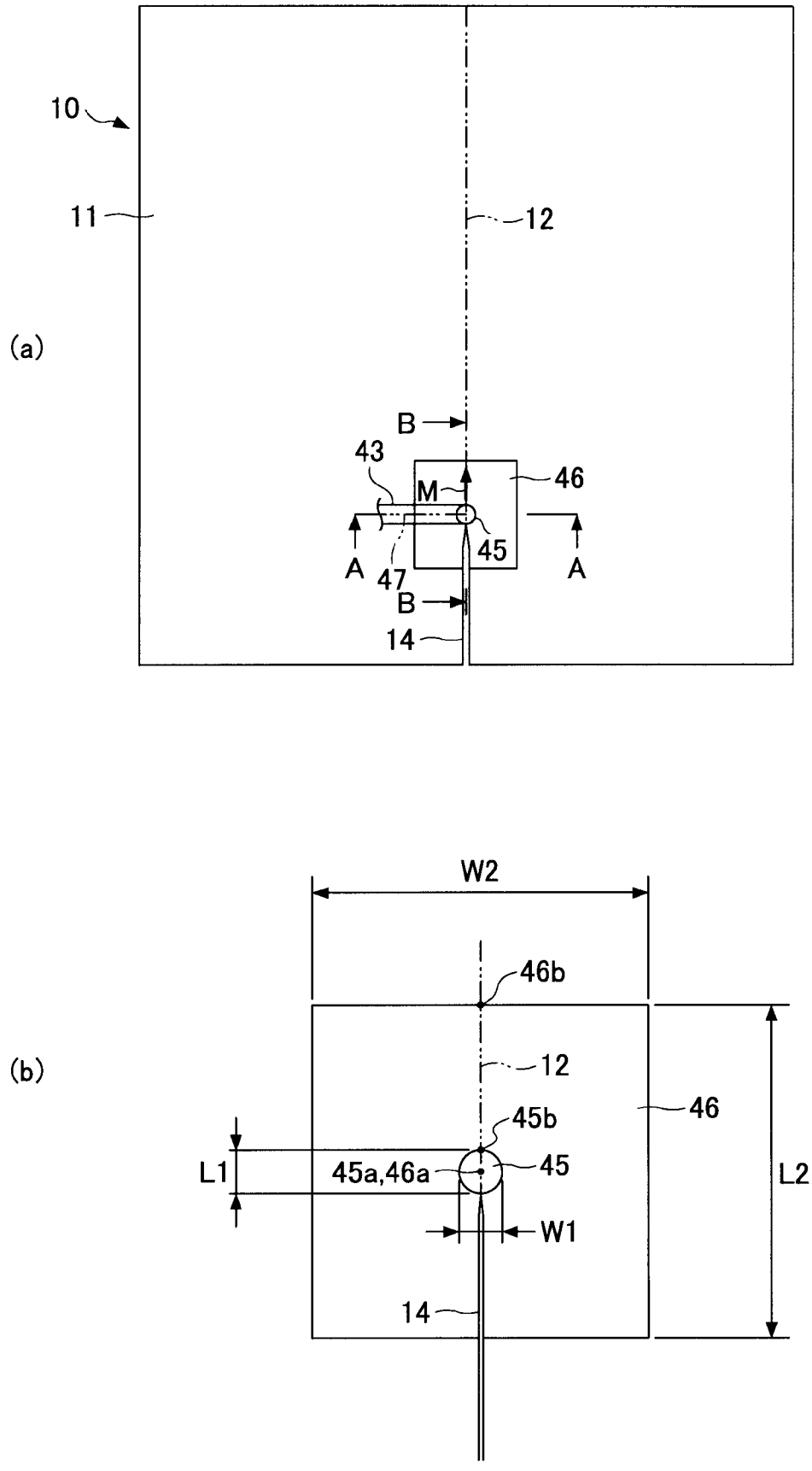
前記第１領域の移動方向長さが０．１～２．０ｍｍである請求項１０～１４のいずれか１項に記載のガラス板の切断装置。

［請求項16］ 前記第１加熱光は、直線偏光であって、前記ガラス板の前記表面にｐ偏光として入射する請求項１０～１５のいずれか１項に記載のガラス板の切断装置。

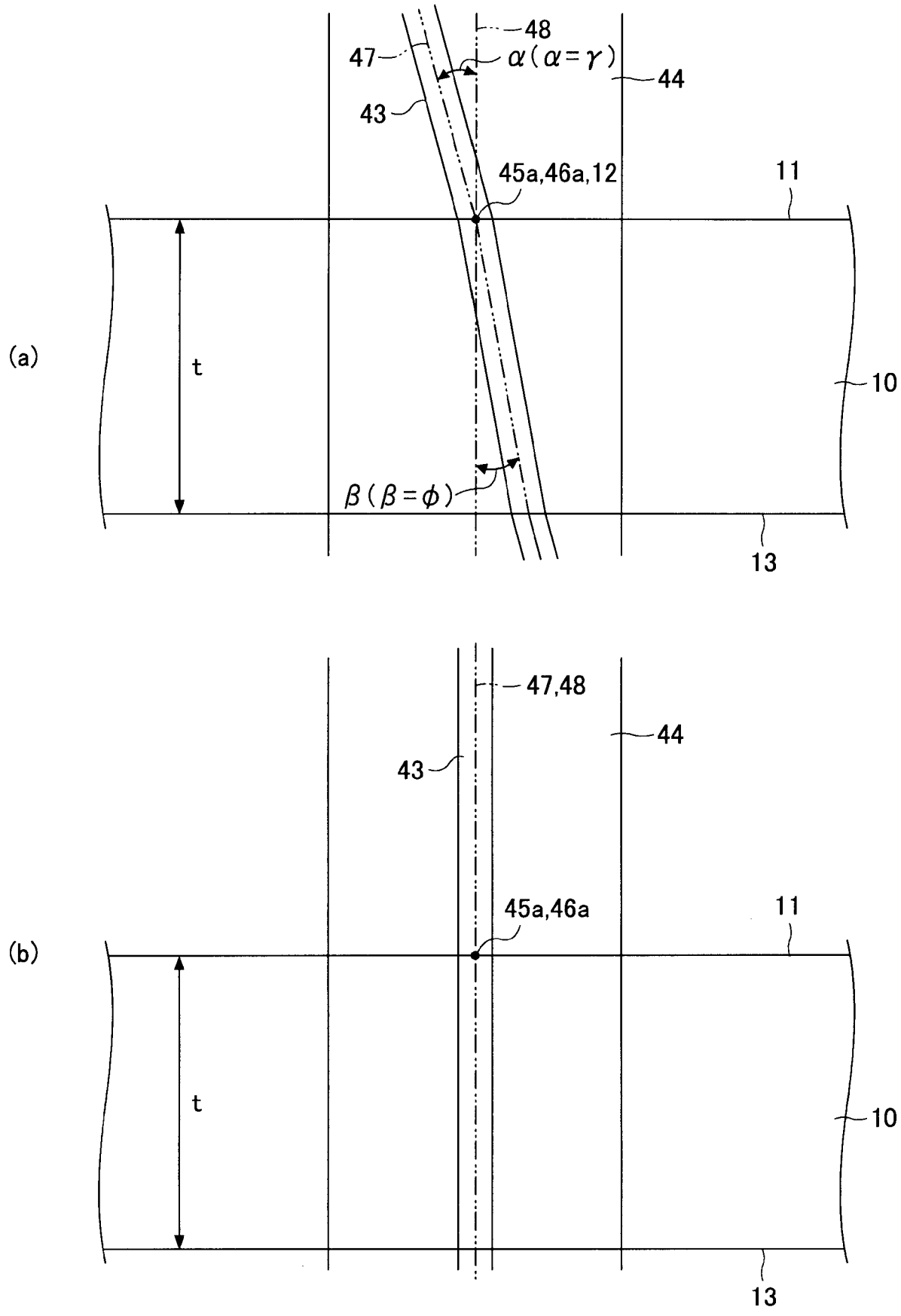
[図1]



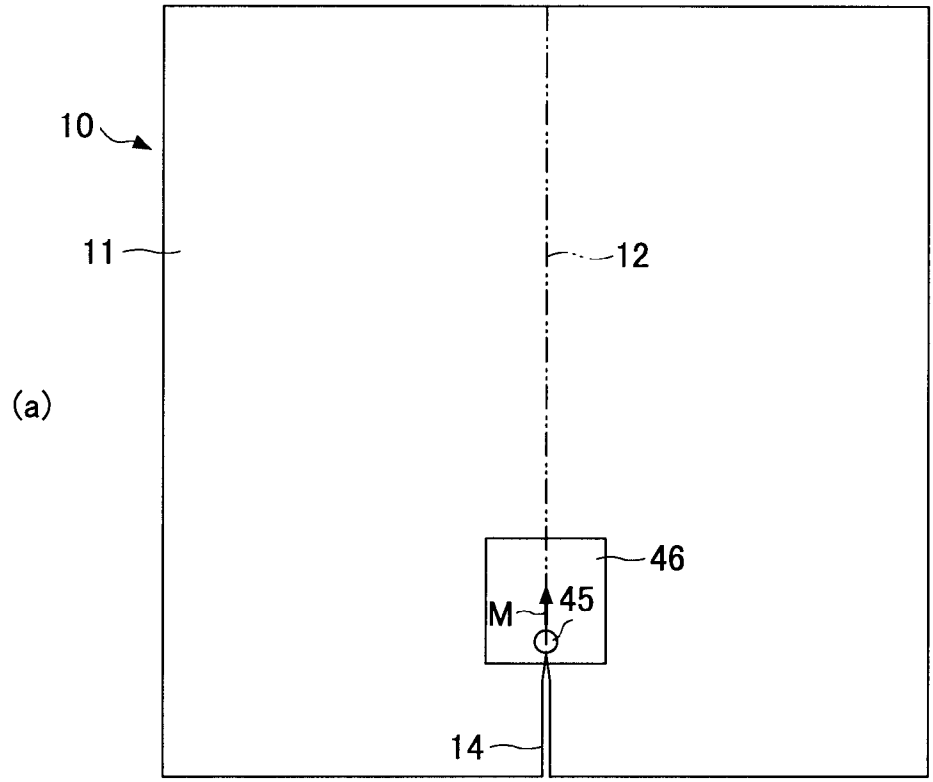
[図2]

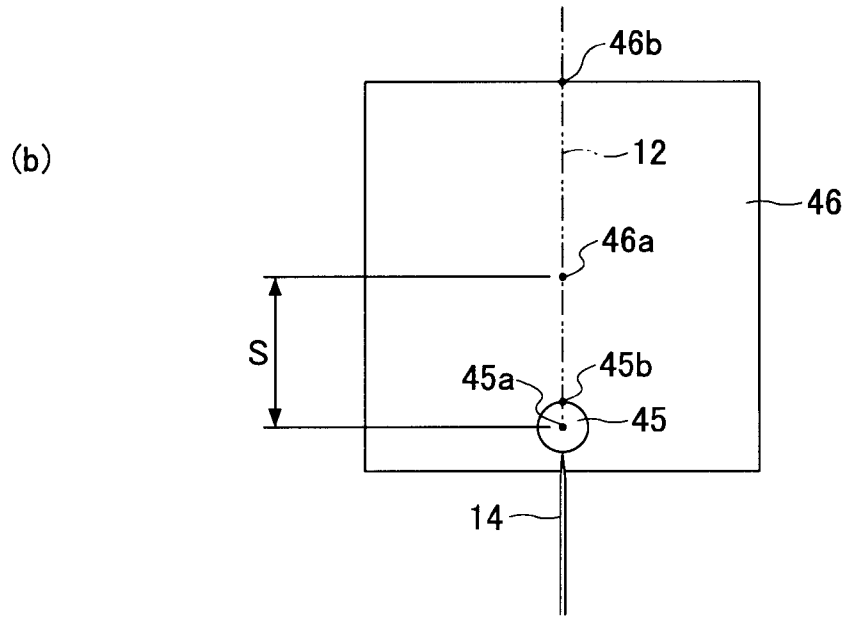

(a)
10
11
12
B
43
M
46
45
A
47
A
B
14
(b)
W2
46b
12
46
45b
L1
45a,46a
45
L2
W1
14

[図3]

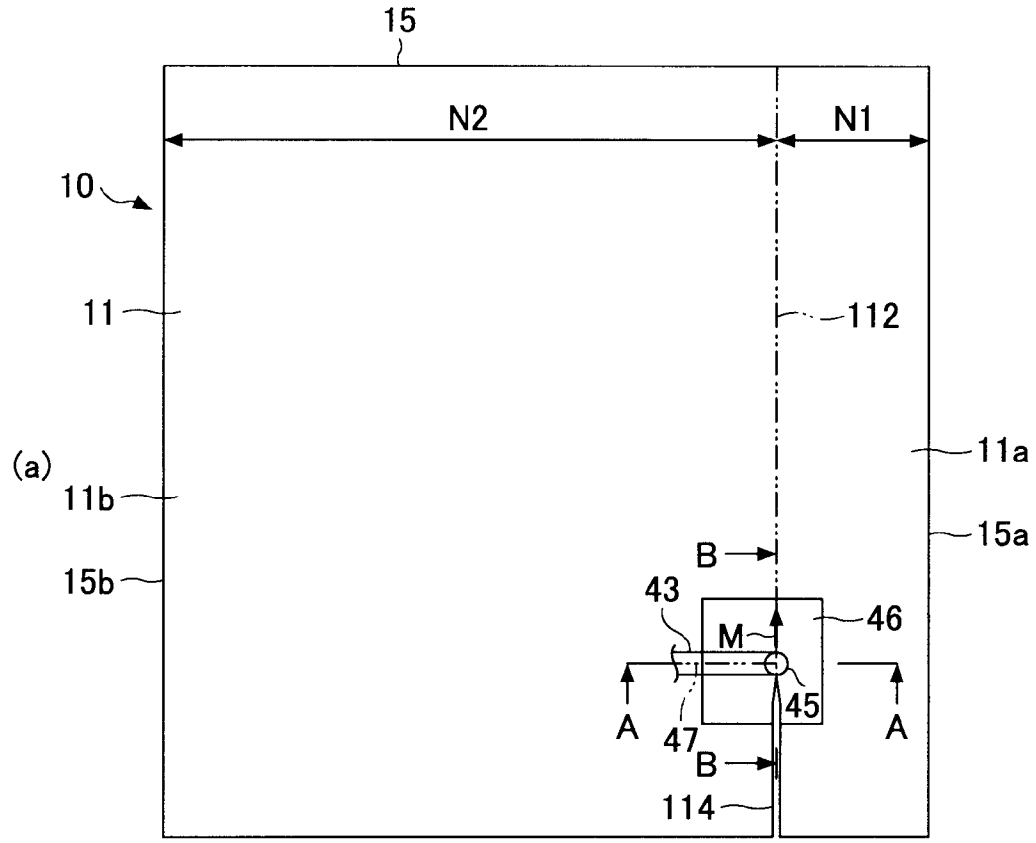

(a)
48
47
α(α=γ)
44
43
45a,46a,12
11
t
10
β(β=φ)
13
(b)
47,48
44
43
45a,46a
11
t
10
13

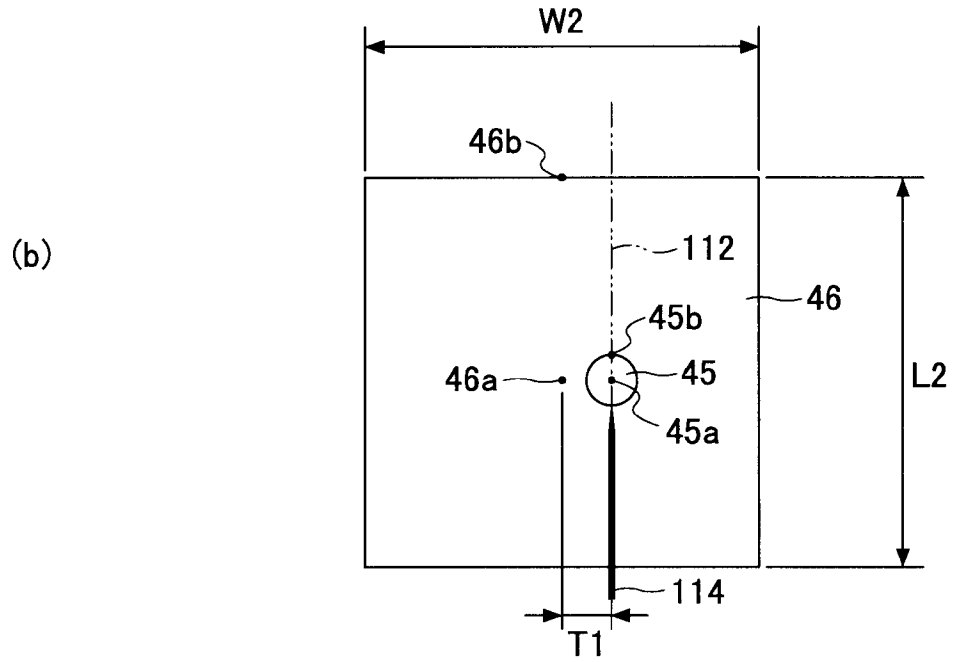
[図4]



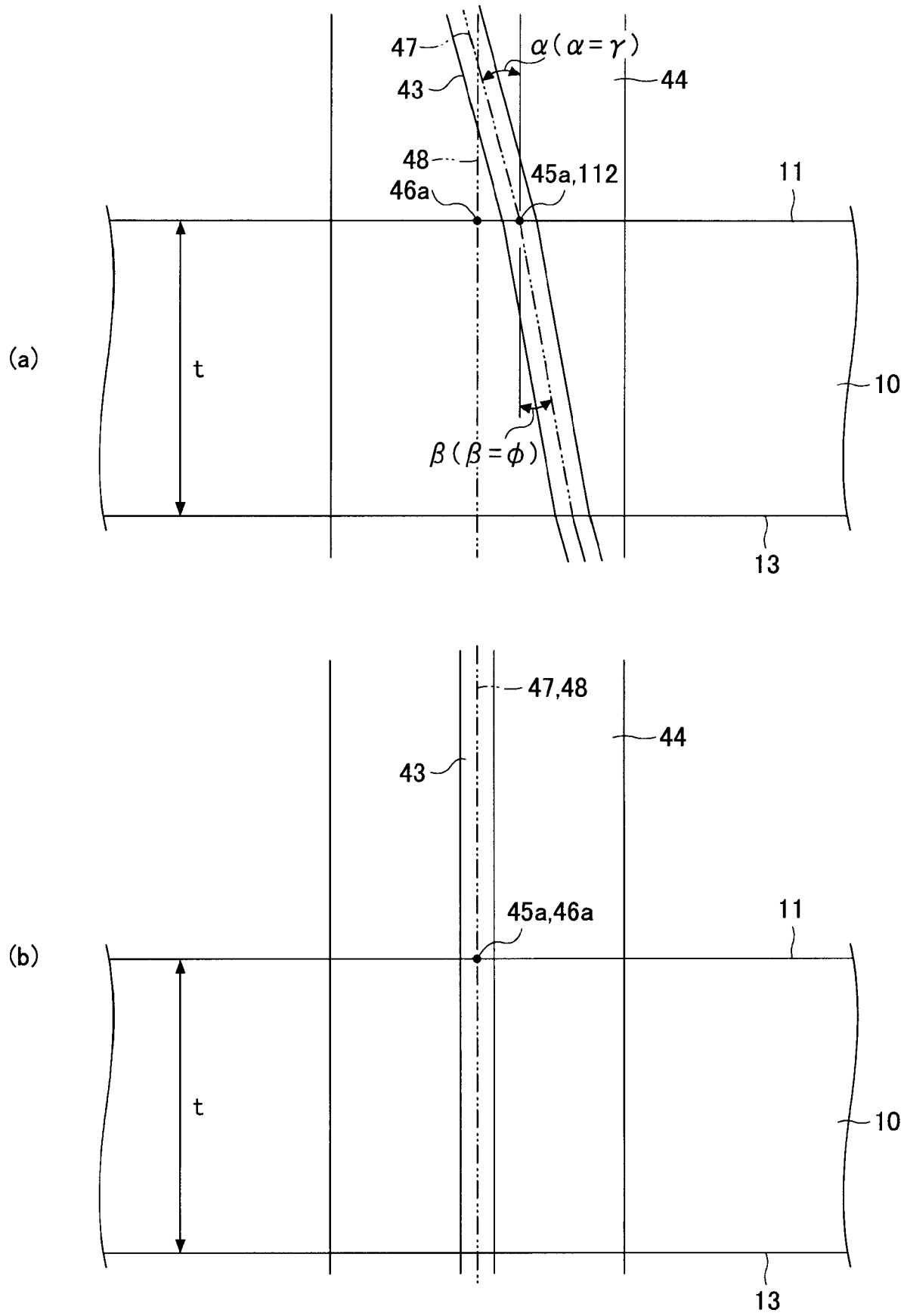


[図5]


15
N2
N1
10
11
112
(a)
11a
11b
15a
15b
B
43
46
M
45
A
47
A
B
114

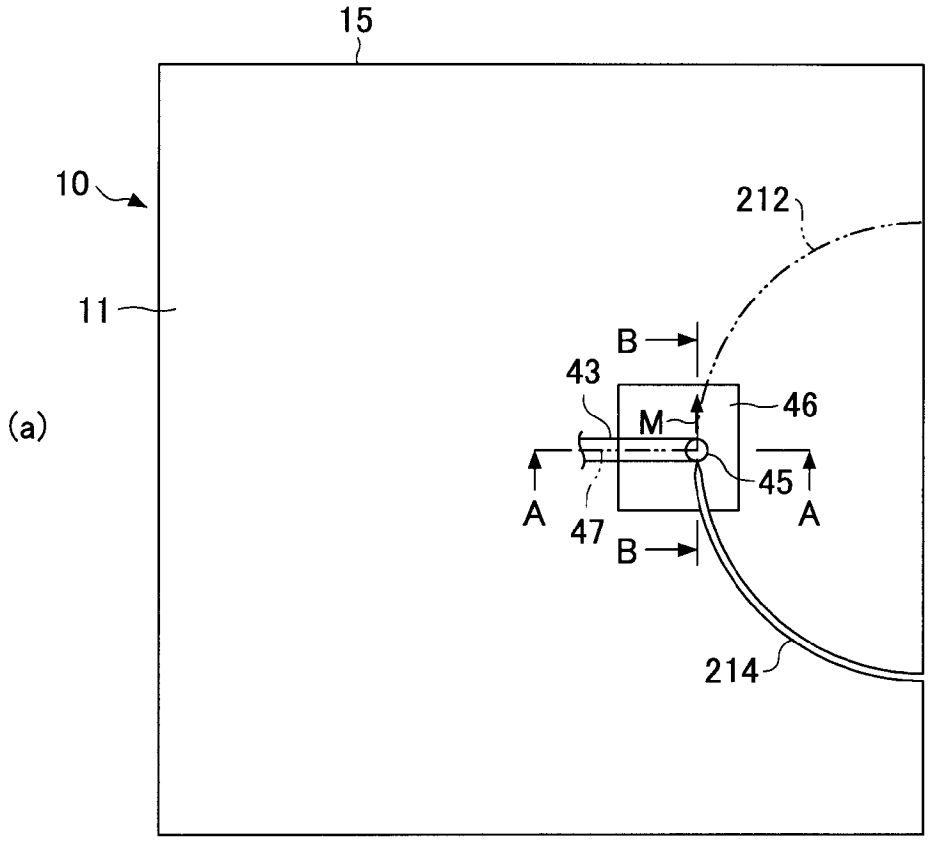

W2
46b
(b)
112
46
45b
46a
45
L2
45a
114
T1

[図6]

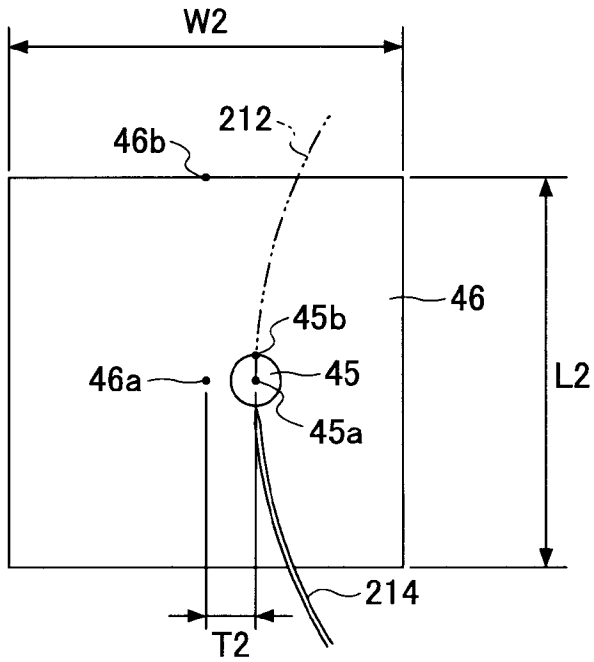

(a)
47
α(α=γ)
43
44
48
45a,112
11
46a
t
10
β(β=φ)
13
(b)
47,48
44
43
45a,46a
11
t
10
13

[図7]

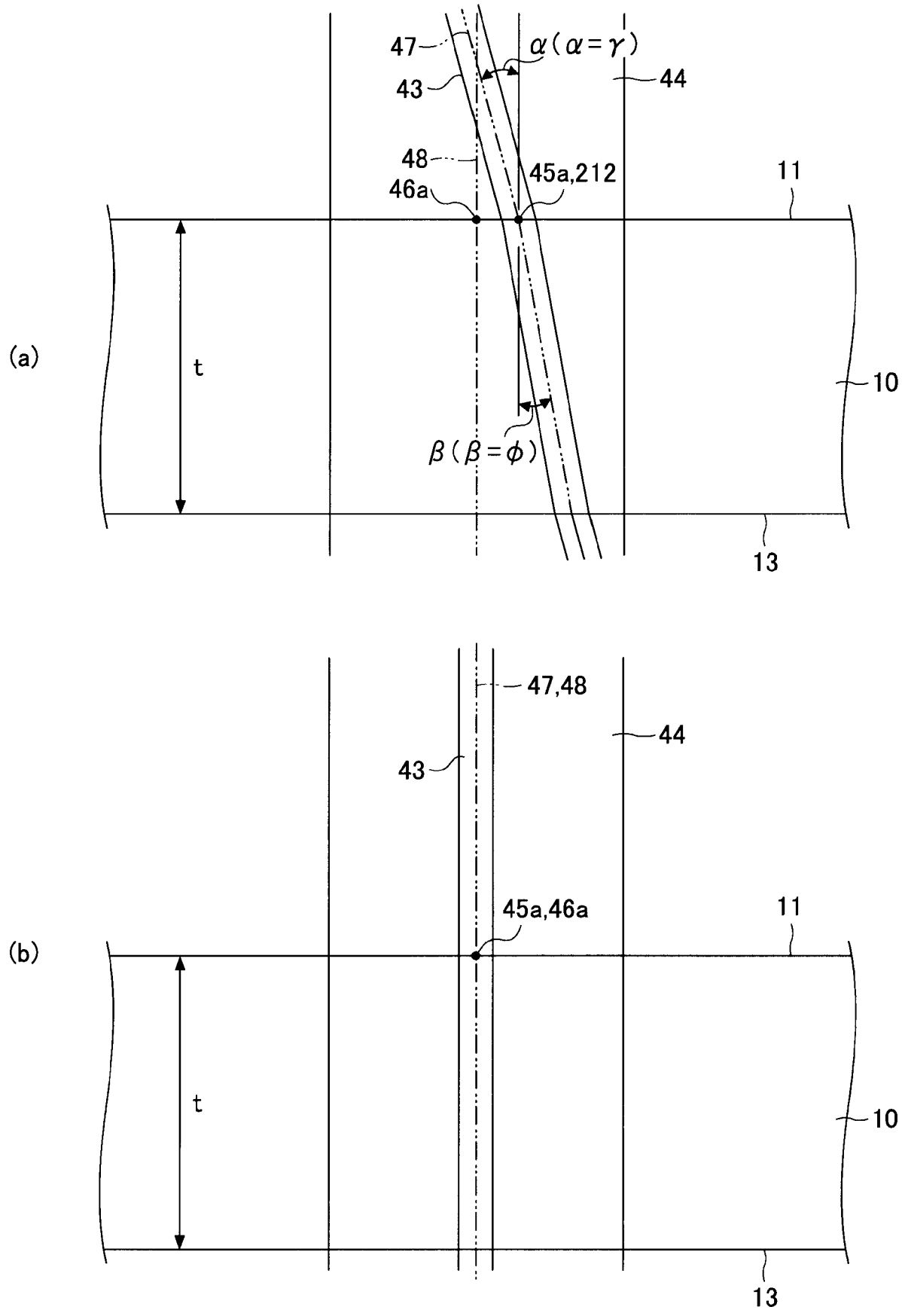
(a)


15
10
11
212
B
43
M
46
45
A
A
47
B
214

(b)


W2
212
46b
46
45b
46a
45
45a
L2
214
T2

[図8]


(a)
47
α(α=γ)
43
44
48
45a,212
11
46a
t
10
β(β=φ)
13
(b)
47,48
44
43
45a,46a
11
t
10
13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2012/078384

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
C03B33/09(2006.01)i, *B23K26/00*(2006.01)i, *B23K26/04*(2006.01)i, *B23K26/06*(2006.01)i, *B23K26/38*(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)
C03B33/00-33/14, B23K26/00-26/42

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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	JP 2002-178179 A (Sony Corp.), 25 June 2002 (25.06.2002), claims; paragraphs [0029] to [0030]; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-16
A	JP 10-34364 A (Soei Tsusho Kabushiki Kaisha), 10 February 1998 (10.02.1998), claims; paragraphs [0011], [0012]; drawings (Family: none)	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	Date of mailing of the international search report
28 January, 2013 (28.01.13)	05 February, 2013 (05.02.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2012/078384

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 69428/1978(Laid-open No. 171639/1979) (NEC Corp.), 04 December 1979 (04.12.1979), claims; drawings (Family: none)	1-16
A	JP 2011-11972 A (Lemi Co., Ltd.), 20 January 2011 (20.01.2011), claims; paragraph [0015]; drawings (Family: none)	1-16

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１２／０７８３８４

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C03B33/09(2006.01)i, B23K26/00(2006.01)i, B23K26/04(2006.01)i, B23K26/06(2006.01)i, B23K26/38(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C03B33/00-33/14, B23K26/00-26/42

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１３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	関連する請求項の番号
A	JP 2002-178179 A（ソニー株式会社）2002.06.25, 特許請求の範囲,[0029]-[0030],図1-6（ファミリーなし）	1-16
A	JP 10-34364 A（双栄通商株式会社）1998.02.10, 特許請求の範囲,[0011],[0012],図面（ファミリーなし）	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	国際調査報告の発送日
２８．０１．２０１３	０５．０２．２０１３

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　４Ｔ　３０２９
永田　史泰
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４６５

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	関連する請求項の番号
A	日本国実用新案登録出願 53-69428 号(日本国実用新案登録出願公開 54-171639 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（日本電気株式会社）1979.12.04, 実用新案登録請求の範囲,図面（ファミリーなし）	1-16
A	JP 2011-11972 A（株式会社レミ）2011.01.20, 特許請求の範囲,[0015],図面（ファミリーなし）	1-16