

(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
2012 年 7 月 19 日(19.07.2012)



(10) 国際公開番号
WO 2012/096053 A1

- (51) 国際特許分類:
C03B 33/09 (2006.01) *C03B 33/07* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/076289
- (22) 国際出願日: 2011 年 11 月 15 日(15.11.2011)
- (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 2011-003496 2011 年 1 月 11 日(11.01.2011) JP
特願 2011-190024 2011 年 8 月 31 日(31.08.2011) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 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; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 齋藤 勲 (SAITO, Isao) [JP/JP]; 〒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). 小池 章夫 (KOIKE, Akio) [JP/JP]; 〒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). 岩永 泰成 (IWANAGA, Yasunari) [JP/JP]; 〒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). 小林 裕介 (KOBAYASHI, Yusuke) [JP/JP]; 〒

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). 岩崎 達弥 (IWA-SAKI, Tatsuya) [JP/JP]; 〒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 忠彦 (ITO, Tadahiko); 〒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, 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, 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.

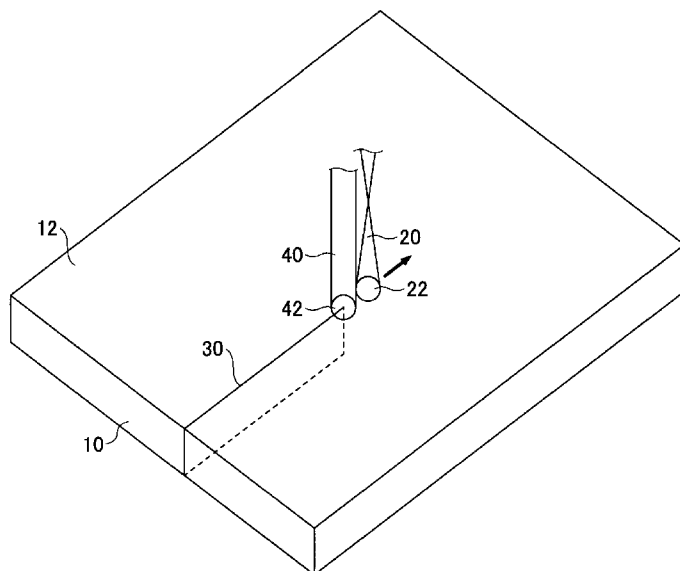
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR CUTTING REINFORCED GLASS PLATE

(54) 発明の名称: 強化ガラス板の切断方法

[図9]



(57) Abstract: A method for cutting a reinforced glass plate has a step for applying a laser beam (20) to the surface (12) of the reinforced glass plate (10) and moving, on the surface (12) of the reinforced glass plate (10), the region (22) to which the laser beam (20) is applied. When the laser beam (20) is vertically incident on the surface (12) of the reinforced glass plate (10), $\alpha \times t$ is greater than zero and less than or equal to three, where α represents the absorption coefficient (cm^{-1}) of the reinforced glass plate (10) relative to the laser beam (20) and t represents the thickness (cm) of the reinforced glass plate (10). Also, when the laser beam (20) is obliquely incident on the surface (12) of the reinforced glass plate (10), $\alpha \times t/\cos\gamma$ is greater than zero and less than or equal to three, where γ represents the refraction angle ($^\circ$) of the laser beam (20). The progress of a crack (30) occurring in the reinforced glass plate (10) due to residual tensile stress in an intermediate layer (17) is controlled by heating a portion of the intermediate layer (17) at a temperature lower than or equal to the slow cooling point, the portion being in the region to which the laser beam (20) is applied.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/096053 A1



ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, 添付公開書類:

MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, — 国際調査報告 (条約第 21 条(3))
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

強化ガラス板の切断方法は、強化ガラス板 10 の表面 12 にレーザ光 20 を照射し、強化ガラス板 10 の表面 12 上でレーザ光 20 の照射領域 22 を移動させる工程を有する。レーザ光 20 が表面 12 に対して垂直に入射する場合、 $\alpha \times t$ が 0 よりも大きく、3 以下である。 α はレーザ光 20 に対する強化ガラス板 10 の吸収係数 (cm^{-1})、 t は強化ガラス板 10 の厚さ (cm) を示す。また、レーザ光 20 が表面 12 に対して斜めに入射する場合、 $\alpha \times t / \cos \gamma$ が 0 よりも大きく、3 以下である。 γ はレーザ光 20 の屈折角 ($^{\circ}$) を示す。レーザ光 20 の照射領域における中間層 17 を徐冷点以下の温度で加熱することによって、中間層 17 の残留引張応力によって強化ガラス板 10 に生じるクラック 30 の伸展を制御する。

明 細 書

発明の名称：強化ガラス板の切断方法

技術分野

[0001] 本発明は、強化ガラス板の切断方法に関する。

背景技術

[0002] 近年、携帯電話やPDAなどの携帯機器において、ディスプレイ（タッチパネルを含む）の保護や美観などを高めるため、カバーガラス（保護ガラス）を用いることが多くなっている。また、ディスプレイの基板として、ガラス基板が広く用いられている。

[0003] 一方、携帯機器の薄型化・軽量化が進行しており、携帯機器に用いられるガラスの薄板化が進行している。ガラスが薄くなると強度が低くなるので、ガラスの強度不足を補うため、圧縮応力が残留する表面層及び裏面層を有する強化ガラスが開発されている。強化ガラスは、自動車用窓ガラスや建築用窓ガラスとしても用いられている。

[0004] 強化ガラスは、例えば風冷強化法や化学強化法などで作製される。風冷強化法は、軟化点付近の温度のガラスを表面及び裏面から急冷し、ガラスの表面及び裏面と内部との間に温度差をつけることで、圧縮応力が残留する表面層及び裏面層を形成する。一方、化学強化法は、ガラスの表面及び裏面をイオン交換し、ガラスに含まれる小さなイオン半径のイオン（例えば、Liイオン、Naイオン）を、大きなイオン半径のイオン（例えば、Kイオン）に置換することで、圧縮応力が残留する表面層及び裏面層を形成する。いずれの方法でも、反作用として、表面層と裏面層との間に、引張応力が残留する中間層を形成することになる。

[0005] 強化ガラスを製造する場合、製品サイズのガラスを1枚ずつ強化処理するよりも、製品サイズよりも大型のガラスを強化処理した後、切断して多面取りすることが効率的である。

[0006] そこで、強化ガラス板を切断する方法として、強化ガラス板の表面にレー

ザ光を照射し、強化ガラス板の表面上で、レーザ光の照射領域を移動させることで、強化ガラス板を切断する方法が提案されている（例えば、特許文献1 参照）。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：特開2008-247732号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] ところで、上記の特許文献1では、レーザ光の光源として、炭酸ガスレーザを用いているので、レーザ光の大部分が強化ガラス板の表面近傍で熱として吸収されてしまう。そのため、ガラス表面におけるレーザ光の照射領域の直下に、残留引張応力よりも大きい引張応力が生じる。その結果、切断時に形成されるクラックが、レーザ光の照射領域を越えて、意図しない方向に急激に伸展することがあり、切断線の軌跡精度の悪化、すなわち切断線が所望の切断予定線から外れたり、または切断できずにガラスが粉碎したりすることもある。この傾向は、残留引張応力が大きくなるほど顕著である。

[0009] 本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであって、切断線の軌跡精度が良好な強化ガラス板の切断方法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

[0010] 上記目的を解決するため、本発明の一の態様による強化ガラス板の切断方法は、

圧縮応力が残留する表面層及び裏面層と、表面層と裏面層との間に形成され、引張応力が残留する中間層とを有する強化ガラス板を、該強化ガラス板の表面にレーザ光を照射し、該表面上で前記レーザ光の照射領域を移動させることにより切断させる、強化ガラス板の切断方法において、

前記強化ガラス板と前記レーザ光とは、

前記レーザ光が前記強化ガラス板の前記表面に対して垂直に入射する場合

、前記レーザ光に対する前記強化ガラス板の吸収係数を α (cm^{-1})、前記強化ガラス板の厚さを t (cm) として、 $0 < \alpha \times t \leq 3.0$ の式を満たし、

前記レーザ光が前記強化ガラス板の前記表面に対して斜めに入射する場合、前記強化ガラス板の前記表面での前記レーザ光の屈折角を γ ($^{\circ}$) として、 $0 < \alpha \times t / \cos \gamma \leq 3.0$ の式を満たし、

前記レーザ光の照射領域における前記中間層を徐冷点以下の温度で加熱することによって、前記中間層の残留引張応力によって前記強化ガラス板に生じるクラックの伸展を制御することを特徴とする。

[0011] また、本発明の他の態様による強化ガラス板の切断方法は、

圧縮応力が残留する表面層及び裏面層と、表面層と裏面層との間に形成され、引張応力が残留する中間層とを有する強化ガラス板を N 枚 (N は 2 以上の自然数) 積層してなる積層体にレーザ光を照射し、前記各強化ガラス板の表面上で前記レーザ光の照射領域を移動させることにより、前記 N 枚の強化ガラス板を切断する、強化ガラス板の切断方法において、

前記各強化ガラス板と前記レーザ光とは、

前記レーザ光が前記各強化ガラス板の前記表面に対して垂直に入射する場合、前記レーザ光に対する前記各強化ガラス板の吸収係数を α_i (cm^{-1})、前記各強化ガラス板の厚さを t_i (cm) として、 $0 < \alpha_i \times t_i \leq 3.0$ (i は 1 以上、 N 以下の任意の自然数) の式を満たし、

前記レーザ光が前記各強化ガラス板の前記表面に対して斜めに入射する場合、前記各強化ガラス板の前記表面での前記レーザ光の屈折角を γ_i ($^{\circ}$) として、 $0 < \alpha_i \times t_i / \cos \gamma_i \leq 3.0$ (i は 1 以上、 N 以下の任意の自然数) の式を満たし、

前記レーザ光の照射領域における前記各中間層を徐冷点以下の温度で加熱することによって、前記各中間層の残留引張応力によって前記各強化ガラス板に生じるクラックの伸展を制御することを特徴とする。

発明の効果

[0012] 本発明によれば、切断線の軌跡精度が良好な強化ガラス板の切断方法を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1A]本発明の第1の実施形態に係る強化ガラス板の切断方法の説明図（1）である。

[図1B]本発明の第1の実施形態に係る強化ガラス板の切断方法の説明図（2）である。

[図2A]レーザ光を照射する前の化学強化ガラス板の残留応力の分布例を示す模式図である。

[図2B]レーザ光を照射する前の風冷強化ガラス板の残留応力の分布例を示す模式図である。

[図3]レーザ光を照射する前の強化ガラス板の一例を示す断面図である。

[図4]レーザ光の照射領域の真円度の一例を示す説明図である。

[図5]レーザ光の集光位置の一例を示す模式図である。

[図6]レーザ光の光軸の一例を示す模式図である。

[図7]図1BのA-A線に沿った断面における応力の分布例を示す模式図である。

[図8]図1BのB-B線に沿った断面における応力の分布例を示す模式図である。

[図9]本発明の第2の実施形態に係る強化ガラス板の切断方法の説明図である。

[図10A]本発明の第3の実施形態に係る強化ガラス板の切断方法の説明図（1）である。

[図10B]本発明の第3の実施形態に係る強化ガラス板の切断方法の説明図（2）である。

[図11A]本発明の第4の実施形態に係る強化ガラス板の切断方法の説明図（1）である。

[図11B]本発明の第4の実施形態に係る強化ガラス板の切断方法の説明図（2）である。

)である。

[図12]本発明の第5の実施形態に係る強化ガラス板の切断方法の説明図である。

[図13]例7-1～例7-2における強化ガラス板の表面の切断予定線を示す図である。

発明を実施するための形態

[0014] 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。

[0015] [第1の実施形態]

図1A及び図1Bは、本発明の第1の実施形態に係る強化ガラス板の切断方法の説明図である。図1Bは、図1Aの平面図である。図1A及び図1Bに示すように、強化ガラス板10の表面（一方の主面）12にレーザ光20を照射し、強化ガラス板10の表面12上で、レーザ光20の照射領域22を移動させることで、強化ガラス板10に応力を印加して、強化ガラス板10を切断する。

[0016] 強化ガラス板10は、例えば風冷強化法や化学強化法などで作製される。強化用のガラスの種類は、用途に応じて選択される。例えば、自動車用窓ガラスや建築用窓ガラス、PDP用のガラス基板、カバーガラスの場合、強化用のガラスとしては、ソーダライムガラスが用いられる。また、LCD用のガラス基板の場合、強化用のガラスとしては、アルカリ金属元素を実質的に含まない無アルカリガラスが用いられる。

[0017] 風冷強化法は、軟化点付近の温度のガラスを表面及び裏面（両主面）から急冷し、ガラスの表面及び裏面（両主面）と内部との間に温度差をつけることで、圧縮応力が残留する表面層及び裏面層を形成する。風冷強化法は、厚いガラスを強化するのに好適である。

[0018] 化学強化法は、ガラスの表面及び裏面（両主面）をイオン交換し、ガラスに含まれる小さなイオン半径のイオン（例えば、Liイオン、Naイオン）を大きなイオン半径のイオン（例えば、Kイオン）に置換することで、圧縮応力が残留する表面層及び裏面層を形成する。化学強化法は、アルカリ金属

元素を含むソーダライムガラスを強化するのに好適である。

[0019] これらの風冷強化法、化学強化法では、圧縮応力が残留する表面層及び裏面層を形成する反作用として、表面層と裏面層との間に引張応力が残留する中間層を形成することになる。

[0020] 図2Aは、レーザ光を照射する前の化学強化ガラス板の残留応力の分布例を示す模式図である。図2Bは、レーザ光を照射する前の風冷強化ガラス板の残留応力の分布例を示す模式図である。図3は、レーザ光を照射する前の強化ガラス板の一例の断面図である。図3において、矢印の方向は、応力の作用方向を示し、矢印の大きさは、応力の大きさを示す。

[0021] 図3に示すように、強化ガラス板10は、圧縮応力が残留する表面層13及び裏面層15と、表面層13と裏面層15との間に設けられ、引張応力が残留する中間層17とを有する。強化ガラス板10の端面の表層は、圧縮応力が残留する層のみで構成されても良いし、圧縮応力が残留する層と引張応力が残留する層とで構成されても良い。

[0022] 図2A及び図2Bに示すように、表面層13及び裏面層15に残留する圧縮応力(>0)は、強化ガラス板10の表面12及び裏面14から内部に向けて徐々に小さくなる傾向がある。化学強化の場合、図2Aに示すように、中間層17に残留する引張応力(>0)はほぼ一定である。また、風冷強化の場合、図2Bに示すように、中間層17に残留する引張応力(>0)は、ガラスの内部から表面12及び裏面14に向けて徐々に小さくなる。

[0023] 図2A及び図2Bにおいて、CSは表面層13や裏面層15における最大残留圧縮応力(表面圧縮応力)(>0)、CTは中間層17における内部残留引張応力(中間層17の残留引張応力の平均値)(>0)、CM(図2B参照)は中間層17における最大残留引張応力、DOLは表面層13や裏面層15の厚さをそれぞれ示す。CSやCT、CM、DOLは、強化処理条件で調節可能である。例えば、CSやCT、CM、DOLは、風冷強化法の場合、ガラスの冷却速度などで調節可能である。また、CSやCT、CM、DOLは、化学強化法の場合、ガラスを処理液(例えば、 KNO_3 溶融塩)に浸

漬してイオン交換するので、処理液の濃度や温度、浸漬時間などで調節可能である。なお、本実施形態の表面層 13 及び裏面層 15 は、同じ厚さ、同じ最大残留圧縮応力を有するが、異なる厚さを有しても良いし、異なる最大残留圧縮応力を有しても良い。

[0024] 強化ガラス板 10 の表面 12 には、切断予定線に沿って、スクライブ線（溝線）が予め形成されていない。スクライブ線を予め形成しても良いが、この場合、工程数が増えるので、作業が繁雑である。また、スクライブ線を予め形成すると、ガラスが欠けることがある。

[0025] 強化ガラス板 10 の端部には、切断開始位置に、初期クラックが予め形成されている。初期クラックの形成方法は、一般的な方法であって良く、例えばカッタやヤスリ、レーザで形成される。工程数を削減するため、初期クラックを予め形成しなくても良い。特に、強化ガラス板 10 の端部が切断前に予め回転砥石などで研削されている場合、研削時にマイクロクラックが形成されるので、初期クラックを予め形成しなくて良い。

[0026] 強化ガラス板 10 の表面 12 上において、レーザ光 20 の照射領域 22（例えばレーザ光 20 の照射領域 22 の中心）は、強化ガラス板 10 の端部から内側に向けて、切断予定線に沿って、直線状や曲線状に移動される。これによって、強化ガラス板 10 の端部から内側に向けてクラック 30（図 1 A 及び図 1 B 参照）を形成し、強化ガラス板 10 を切断する。レーザ光 20 の照射領域 22 は、P 字状に移動されても良く、この場合、移動経路に含まれる切断予定線の終端は、切断予定線の途中と交わる。

[0027] 強化ガラス板 10 の表面 12 上において、レーザ光 20 の照射領域 22 を移動させるため、強化ガラス板 10 を支持する支持体を、移動または回転しても良いし、レーザ光 20 の光源を移動しても良い。また、レーザ光 20 の経路の途中に設けられるミラーを回転しても良い。

[0028] 強化ガラス板 10 の表面 12 上において、レーザ光 20 の照射領域 22 は、例えば図 1 A 及び図 1 B に示すように、円状に形成されているが、矩形や楕円状などであっても良く、その形状に制限はない。なお、照射領域 22

の真円度は0.5 R以下が好ましい。真円度が0.5 R以下であると、強化ガラス板10の表面12上で曲線形状の切断予定線に沿って照射領域22の中心を移動させるとき、照射領域22の回転制御の要求精度が低いので好ましい。また、照射領域22の回転制御の精度が同程度の場合、切断予定線の法線方向における照射領域22の幅の変化が小さくなるため、切断精度が高くなる。例えば、切断予定線の曲率半径が小さい場合であっても精度良く切断できる。より好ましくは、真円度が0.3 R以下である。さらに好ましくは、真円度が0.2 R以下である。ここで、真円度は、図4に示すように、照射領域22の外接円C11及び内接円C12である2つの同心円の半径R、rの差である。なお、Rは照射領域22の外接円C11の半径を示し、rは照射領域22の内接円C12の半径を示す。

[0029] 強化ガラス板10の表面12上において、レーザ光20の照射領域22は、強化ガラス板10の厚さや、最大残留圧縮応力(CS)、内部残留引張応力(CT)、表面層13や裏面層15の厚さ(DOL)、レーザ光20の光源出力などに応じた速度で移動される。

[0030] レーザ光20の光源としては、特に限定されないが、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(波長:808nm、940nm、975nm)、ファイバーレーザ(波長:1060~1100nm)、YAGレーザ(波長:1064nm、2080nm、2940nm)、中赤外光パラメトリック発振器を使用したレーザ(波長:2600~3450nm)などが挙げられる。レーザ光20の発振方式に制限はなく、レーザ光を連続発振するCWレーザ、レーザ光を断続発振するパルスレーザのいずれも使用可能である。また、レーザ光20の強度分布に制限はなく、ガウシアン型であっても、トップハット型であっても良い。

[0031] 光源から出射されたレーザ光20は、集光レンズなどで集光され、強化ガラス板10の表面12に結像される。

[0032] レーザ光20の集光位置は、強化ガラス板10の表面12を基準として、

レーザ光源側であっても良いし、裏面 14 側であっても良い。また、加熱温度が高くなりすぎない、すなわち徐冷点以下を保てる集光面積であれば、図 5 に示すように、レーザ光 20 の集光位置は強化ガラス板 10 中、特に中間層 17 内であっても良い。

[0033] レーザ光 20 の集光位置が中間層 17 内にある場合、レーザ光 20 によって応力が発生する領域を最小にできるので、切断精度を高めることができると共に、レーザ光 20 の光源出力を低減することができる。

[0034] ところで、詳しくは後述するが、レーザ光 20 は、強化ガラス板 10 を通過する過程で熱として吸収され、強度が低くなる。

[0035] レーザ光 20 の集光位置が裏面 14 又はその近傍（例えば裏面層 15 と中間層 17 との境界）にある場合、裏面 14 におけるレーザ光 20 の単位面積あたりの強度（パワー密度）が高くなるので、表面 12 の加熱温度と、裏面 14 の加熱温度との差が小さくなる。よって、加熱効率が良く、レーザ光 20 の光源出力が低減される。

[0036] レーザ光 20 の光軸 21 は、強化ガラス板 10 の表面 12 において、例えば図 1 A 及び図 5（図 1 A では光軸の図示を省略する）に示すように表面 12 と直交していても良いし、図 6 に示すように表面 12 と斜めに交わっていても良い。表面 12 で反射するレーザ光 20 が、レーザ発振器に影響を及ぼすおそれがある場合、レーザ光 20 の光軸 21 が表面 12 と斜めに交わると、ほとんどの反射光がレーザ発振器に戻らないため、影響を小さくすることができる。また、強化ガラス板 10 の表面 12 にレーザ光 20 を吸収する性質を有する膜 18 が形成されているような場合、レーザ光 20 が膜 18 に吸収されることで表面 12 が加熱され、強化ガラス板 10 を切断することができない。しかしながら、図 6 に示すように、レーザ光 20 の光軸 21 が表面 12 と斜めに交わると、切断予定線が膜 18 の縁と重なっていても切断が可能となる。膜 18 としては、例えば、意匠性向上のためのセラミック膜や樹脂膜、及び、機能性向上のための透明電極膜等が挙げられる。

[0037] 従来の方法は、レーザ光のみの作用で切断するため、残留引張応力が大き

な強化ガラスでは中間層の残留引張応力によるクラックが意図しない方向に急激に伸展し、所望の形状で切断出来なかった。

[0038] 一方、本実施形態では、強化ガラス板 10 とレーザ光 20 とが後述の式を満たすことによって、レーザ光 20 のみの作用ではなく、中間層 17 の残留引張応力によるクラックの伸展を利用して強化ガラス板 10 を切断する。すなわち、詳しくは後述するが、上記条件でレーザ光 20 の照射領域 22 における中間層 17 を徐冷点以下の温度で加熱することによって、中間層 17 の残留引張応力によって強化ガラス板 10 に生じるクラック 30 の伸展を制御して、残留引張応力によるクラック 30 によって強化ガラス板 10 を切断することが可能となる。なお、中間層 17 を徐冷点以下の温度で加熱するのは、徐冷点を超えて加熱すると、レーザ光が通過する短時間でもガラスが高温となり粘性流動が発生しやすい状態となるため、この粘性流動によりレーザ光によって発生させた圧縮応力が緩和されるからである。

[0039] 強化ガラス板 10 を通過するレーザ光 20 は、強化ガラス板 10 の表面 12 における強度を I_0 とし、強化ガラス板 10 中を距離 L (cm) だけ移動したときのレーザ光 20 の強度を I とすると、 $I = I_0 \times \exp(-\alpha \times L)$ の式が成立する。この式は、ランベルト・ベールの法則と呼ばれるものである。 α はレーザ光 20 に対する強化ガラス板 10 の吸収係数 (cm^{-1}) を表す。

[0040] レーザ光 20 は、強化ガラス板 10 の表面 12 に対して垂直に入射すると、強化ガラス板 10 の厚さ t (cm) と同じ距離を移動して裏面 14 から出射する。この場合、強化ガラス板 10 とレーザ光 20 とが $0 < \alpha \times t \leq 3.0$ の式を満たすことによって、レーザ光 20 が強化ガラス板 10 の表面で吸収されずに内部にまで到達するようになる。強化ガラス板 10 の内部が十分に加熱され、強化ガラス板 10 に生じる応力は図 3 に示す状態から図 7 や図 8 に示す状態に変化する。

[0041] 図 7 は、図 1 B の A-A 線に沿った断面における応力の分布例を示す模式図であって、レーザ光の照射領域を含む断面における応力の分布例を示す模

式図である。図 8 は、図 1 B の B－B 線に沿った断面における応力の分布例を示す模式図であって、図 7 に示す断面よりも後方の断面における応力の分布例を示す模式である。ここで、「後方」とは、レーザ光 20 の走査方向後方を意味する。図 7 及び図 8 において、矢印の方向は、応力の作用方向を示し、矢印の長さは、応力の大きさを示す。

[0042] レーザ光 20 の照射領域 22 における中間層 17 では、レーザ光 20 の強度が十分に高いので、温度が周辺に比べて高くなり、図 2 A、図 2 B 及び図 3 に示す残留引張応力よりも小さい引張応力、または、圧縮応力が生じる。残留引張応力よりも小さい引張応力、または、圧縮応力が生じている部分では、クラック 30 の伸展が抑制される。クラック 30 の伸展を確実に防止するため、図 7 に示すように、圧縮応力が生じていることが好ましい。

[0043] なお、レーザ光 20 の照射領域 22 における表面層 13 や裏面層 15 では、図 2 A、図 2 B 及び図 3 に示す残留圧縮応力よりも大きい圧縮応力が生じているので、クラック 30 の伸展が抑制されている。

[0044] 図 7 に示す圧縮応力との釣り合いのため、図 7 に示す断面よりも後方の断面では、図 8 に示すように、中間層 17 に引張応力が生じる。この引張応力は、残留引張応力よりも大きく、引張応力が所定値に達している部分に、クラック 30 が形成される。クラック 30 は強化ガラス板 10 の表面 12 から裏面 14 まで貫通しており、本実施形態の切断は所謂フルカット切断である。

[0045] この状態で、レーザ光 20 の照射領域 22 を移動させると、強化ガラス板 10 の内部において照射領域 22 の位置が前述したように図 7 のような応力分布になっているため、クラック 30 が切断予定線から外れて自走するようなことはなく、照射領域 22 の位置に追従するようにクラック 30 の先端位置が移動する。従って、レーザ光 20 によってクラック 30 の伸展を制御できる。

[0046] このように、本実施形態では、 $\alpha \times t$ を 0 より大きく 3.0 以下とすることで、強化ガラス板 10 において、レーザ光 20 によってクラック 30 の伸

展を制御できる。そして、照射領域 22 の直後をクラック 30 が伸展するため、切断線が照射領域 22 の移動軌跡どおりに形成されるため、切断精度を向上できる。なお、クラック 30 の先端は、照射領域 22 の直後を追従するのでなく、照射領域 22 と重なって追従しても良い。クラック 30 の先端が照射領域 22 に近いほど、または重なっていることが切断精度をより向上させる。

[0047] ガラスは、用途によっては、高い透明度が要求されるので、使用レーザ波長が可視光の波長領域に近い場合は $\alpha \times t$ は 0 に近いほど良い。しかし、 $\alpha \times t$ は、小さすぎると吸収効率が悪くなるので、好ましくは 0.0005 以上（レーザ光吸収率 0.05% 以上）、より好ましくは 0.002 以上（レーザ光吸収率 0.2% 以上）、さらに好ましくは 0.004 以上（レーザ光吸収率 0.4% 以上）である。

[0048] ガラスは、用途によっては、逆に低い透明度が要求されるので、使用レーザ波長が可視光の波長領域に近い場合は $\alpha \times t$ は大きいほど良い。しかし、 $\alpha \times t$ が大きすぎるとレーザ光の表面吸収が大きくなるのでクラック伸展を制御できなくなる。このため、 $\alpha \times t$ は、好ましくは 3.0 以下（レーザ光吸収率 95% 以下）、より好ましくは 0.105 以下（レーザ光吸収率 10% 以下）、さらに好ましくは 0.02 以下（レーザ光吸収率 2% 以下）である。

[0049] ところで、本発明者の知見によると、中間層 17 の内部残留引張応力（CT）が 30 MPa 以上になると、中間層 17 の残留引張応力のみで、強化ガラス板 10 に形成されたクラックが自然に伸展する（自走する）。

[0050] そこで、切断に使用される引張応力のうち、中間層 17 の残留引張応力が、レーザ光 20 によって発生する引張応力よりも支配的となるように、内部残留引張応力（CT）は、15 MPa 以上であることが好ましい。これによって、強化ガラス板 10 の内部において、引張応力が所定値に達する位置（即ち、クラック 30 の先端位置）と、レーザ光 20 の位置との間の距離が十分に短くなるので、切断精度を向上できる。

[0051] 中間層 17 の内部残留引張応力 (CT) は、より好ましくは 30 MPa 以上、さらに好ましくは 40 MPa である。内部残留引張応力 (CT) が 30 MPa 以上であると、切断に使用される引張応力は中間層 17 の残留引張応力のみとなり、切断線の軌跡精度をさらに向上できる。

[0052] 本実施形態の化学強化ガラスの切断において、内部残留引張応力 (CT) の上限値は 120 MPa である。現在の技術では、強化処理の技術上の理由で、120 MPa 程度までしか強化できないが、内部残留引張応力 (CT) が 120 MPa を超える化学強化ガラスを製造できれば、本発明を適用することも当然に可能である。

[0053] 吸収係数 (α) は、レーザ光 20 の波長、強化ガラス板 10 のガラス組成などで定まる。例えば、強化ガラス板 10 中の酸化鉄 (FeO 、 Fe_2O_3 、 Fe_3O_4 を含む) の含有量、酸化コバルト (CoO 、 Co_2O_3 、 Co_3O_4 を含む) の含有量、酸化銅 (CuO 、 Cu_2O を含む) の含有量が多くなるほど、1000 nm 付近の近赤外線波長領域での吸収係数 (α) が大きくなる。さらに、強化ガラス板 10 中の希土類元素 (例えば Yb) の酸化物の含有量が多くなるほど、希土類原子の吸収波長付近で吸収係数 (α) が大きくなる。

[0054] 1000 nm 付近の近赤外線波長領域での吸収係数 (α) は、用途に応じて設定される。例えば、自動車用窓ガラスの場合、吸収係数 (α) は 3 cm^{-1} 以下であることが好ましい。また、建築用窓ガラスの場合、吸収係数 (α) は 0.6 cm^{-1} 以下であることが好ましい。また、ディスプレイ用ガラスの場合、吸収係数 (α) は 0.2 cm^{-1} 以下であることが好ましい。

[0055] レーザ光 20 の波長は、250～5000 nm であることが好ましい。レーザ光 20 の波長を 250～5000 nm とすることで、レーザ光 20 の透過率と、レーザ光 20 による加熱効率とを両立できる。レーザ光 20 の波長は、より好ましくは 300～4000 nm、さらに好ましくは 800～3000 nm である。

[0056] 強化ガラス板 10 中の酸化鉄の含有量は、強化ガラス板 10 を構成するガ

ラスの種類によるが、例えば0.02～1.0質量%である。この範囲で酸化鉄の含有量を調節することで、1000nm付近の汎用の近赤外線レーザーを用いて $\alpha \times t$ を所望の範囲に調節可能である。酸化鉄の含有量を調節する代わりに、酸化コバルトや酸化銅、希土類元素の酸化物の含有量を調節しても良い。

[0057] 強化ガラス板10の厚さ(t)は、用途に応じて設定される。

[0058] 強化ガラス板10が化学強化ガラスの場合、強化ガラス板10の厚さ(t)は0.01～0.2cmであることが好ましい。厚さ(t)を0.2cm以下とすることで、内部残留引張応力(CT)を十分に高めることができる。一方、厚さ(t)が0.01cm未満になると、ガラスに化学強化処理を施すことが難しい。厚さ(t)は、より好ましくは0.03～0.15cm、さらに好ましくは0.05～0.15cmである。

[0059] 強化ガラス板10が風冷強化ガラスの場合、強化ガラス板10の厚さ(t)は0.1～3cmであることが好ましい。厚さ(t)を3cm以下とすることで、内部残留引張応力(CT)を十分に高めることができる。一方、厚さ(t)が0.1cm未満になると、ガラスに風冷強化処理を施すことが難しい。厚さ(t)は、より好ましくは0.15～2cm、さらに好ましくは0.2～1.5cmである。

[0060] 強化ガラス板10の表面(レーザー光20が入射する面)12において、レーザー光20の照射領域22は、円形に形成されている場合、0.18mmよりも大きく、且つ、強化ガラス板10の厚さよりも小さい直径(Φ)を有することが好ましい。直径(Φ)が強化ガラス板10の厚さ以上になると、レーザー光20の照射領域22が広すぎ、加熱領域が広すぎるので、切断面の一部(特に切断開始部分や切断終了部分)が僅かに湾曲することがある。直径(Φ)は1.03mmよりも小さくてよい。また、直径(Φ)が0.5mm以下であれば、クラック30の位置制御性を高めるため切断精度が向上し、より好ましい。一方、直径(Φ)が0.18mm以下になると、レーザー光20のパワー制御にばらつきが生じた際にパワー密度が高くなり過ぎ、切断面

が荒れて、微細な亀裂が形成されることがある。しかしながら、例えば $\alpha \times t$ が0.105以下（レーザ光吸収率10%以下）のように小さければ、パワー制御にばらつきが生じパワー密度が高くなったとしても影響を受けにくい。また、直径（ Φ ）が0.18mm以下の場合でも、切断精度が向上することがある。また、レーザ光20のパワー制御の精度が高ければ、 $\alpha \times t$ の値にかかわらず直径（ Φ ）が0.18mm以下の場合でも、切断精度が向上することがある。

[0061] [第2の実施形態]

図9は、本発明の第2の実施形態に係る強化ガラス板の切断方法の説明図である。図9において、図1Aと同一構成には同一符号を付して説明を省略する。

[0062] 本実施形態では、第1の実施形態と同様に、強化ガラス板10の表面12にレーザ光20を照射し、強化ガラス板10の表面12上で、レーザ光20の照射領域22を移動させることで、強化ガラス板10を切断する。

[0063] また、本実施形態では、強化ガラス板10とレーザ光20とが、レーザ光20に対する強化ガラス板10の吸収係数を α （ cm^{-1} ）とし、強化ガラス板10の厚さを t （ cm ）として、 $0 < \alpha \times t \leq 3.0$ の式を満たすことによって、中間層17の残留引張応力によるクラックの伸展を利用して強化ガラス板10を切断する。すなわち、レーザ光20の照射領域22における中間層17を徐冷点以下の温度で加熱することによって、中間層17の残留引張応力によって強化ガラス板10に生じるクラック30の伸展を制御することが可能となる。従って、本実施形態でも、第1の実施形態と同様の効果が得られる。

[0064] これに加えて、本実施形態では、図9に示すように、強化ガラス板10の表面12にガス40を吹き付け、強化ガラス板10の表面12上でガス40の吹き付け領域42をレーザ光20の照射領域22と連動して（照射領域22と共に）移動させる。吹き付け領域42は、照射領域22と重なっていても良いし、照射領域22の近傍に配されても良い。また、吹き付け領域42

は、照射領域 22 に先行しても良いし、照射領域 22 に追従しても良い。ガス 40 としては、特に限定されないが、例えば圧縮空気などが用いられる。

[0065] 圧縮空気によって、強化ガラス板 10 の表面 12 に付着している付着物（例えば粉塵）を吹き飛ばして、付着物がレーザ光 20 を吸収するのを防止できる。よって、強化ガラス板 10 の表面 12 が過熱されるのを防止できる。

[0066] ガス 40 は、強化ガラス板 10 を局所的に冷却する冷却ガスであっても良く、この場合、ガス 40 の吹き付け領域 42 は、図 9 に示すようにレーザ光 20 の照射領域 22 の移動方向後方近傍に位置するように、照射領域 22 に追従させても良い。これによって、レーザ光 20 の照射領域 22 の移動方向後方近傍において、高い温度勾配が生じるので、引張応力が所定値に達する位置（即ち、クラック 30 の先端位置）と、レーザ光 20 の位置との間の距離が短くなる。よって、クラック 30 の位置制御性が高まるため、切断精度をさらに向上できる。

[0067] [第 3 の実施形態]

図 10A 及び図 10B は、本発明の第 3 の実施形態に係る強化ガラス板の切断方法の説明図である。図 10A は強化ガラス板の断面を示す断面図、図 10B は強化ガラス板の表面を拡大して示す平面図である。図 10A において、矢印方向はガスの流れ方向を示す。図 10A 及び図 10B において、図 1A 及び図 9 等と同一構成には同一符号を付して説明を省略する。

[0068] 上記第 2 の実施形態ではガス 40 の吹き付け領域 42 がレーザ光 20 の照射領域 22 の後方近傍に配されるのに対し、本実施形態ではガス 40 の吹き付け領域 42 の外縁よりも内側にレーザ光 20 の照射領域 22 が配される点で相違する。その他の構成は第 2 の実施形態と同様であるので、相違点を中心に説明する。

[0069] ガス 40 は、強化ガラス板 10 を局所的に冷却する冷却ガスである。ガス 40 の吹き付け領域 42 の外縁よりも内側に、レーザ光 20 の照射領域 22 が配される。

[0070] ガス 40 の吹き付け領域 42 は、ガス 40 の噴出口であるノズル 50 の出

口 5 2 を、ノズル 5 0 の中心軸 5 1 と平行な方向に、強化ガラス板 1 0 の表面 1 2 に投影した領域のことである。

[0071] 図 1 0 B に示すように、強化ガラス板 1 0 の表面 1 2 上で、ガス 4 0 の吹き付け領域 4 2 の外縁よりも内側にレーザ光 2 0 の照射領域 2 2 が配されているので、強化ガラス板 1 0 の加熱領域を絞ることができる。よって、レーザ光 2 0 の照射領域 2 2 の後方近傍において、高い温度勾配が生じるので、引張応力が所定値に達する位置（即ち、クラック 3 0 の先端位置）と、レーザ光 2 0 の位置との間の距離が短くなる。よって、クラック 3 0 の位置制御性が高まるため、切断精度をさらに向上できる。

[0072] ノズル 5 0 は、例えば図 1 0 A に示すように筒状に形成され、ノズル 5 0 の内部をレーザ光 2 0 が通過して良い。ノズル 5 0 の中心軸 5 1 と、レーザ光 2 0 の光軸 2 1 とは同軸的に配置されて良い。ガス 4 0 の吹き付け領域 4 2 と、レーザ光 2 0 の照射領域 2 2 との位置関係が固定されるので、位置関係の変更が不要な場合に有効である。

[0073] [第 4 の実施形態]

図 1 1 A 及び図 1 1 B は、本発明の第 4 の実施形態に係る強化ガラス板の切断方法の説明図である。図 1 1 A は、図 1 1 B の A - A 線に沿った断面図である。図 1 1 B は、強化ガラス板の平面図である。図 1 1 A 及び図 1 1 B において、図 1 A 等と同一構成には同一符号を付して説明を省略する。

[0074] 上記第 1 の実施形態ではレーザ光 2 0 が強化ガラス板 1 0 の表面 1 2 に対して垂直に入射するのに対し、本実施形態ではレーザ光 2 0 が強化ガラス板 1 0 の表面 1 2 に対して斜めに入射する点で相違する。その他の構成は第 2 の実施形態と同様であるので、相違点を中心に説明する。

[0075] レーザ光 2 0 の照射領域 2 2 の移動方向視で、図 1 1 A に示すようにレーザ光 2 0 が強化ガラス板 1 0 の表面 1 2 に斜めに入射するので、強化ガラス板 1 0 の切断面が板厚方向に対して斜めになる。よって、強化ガラス板 1 0 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。

[0076] レーザ光 2 0 の光軸 2 1 の入射角 β が大きくなるほど、スネルの法則に従

って屈折角 γ が大きくなるので、強化ガラス板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が、切断後の切断面の面取り加工が面倒になる。

[0077] 入射角 β は、レーザ光20の光軸21と、強化ガラス板10の表面12における切断予定線11との位置関係に応じて設定される。例えば図11Bに示すように平面視（板厚方向視）でレーザ光20の光軸21が切断予定線11に対して垂直に配置される場合、入射角 β は $1 \sim 60^\circ$ の範囲内で設定される。尚、平面視（板厚方向視）で、レーザ光20の光軸21は、切断予定線11に対して斜めに配置されても良い。

[0078] レーザ光20は、強化ガラス板10の表面12に対して斜めに入射すると、 $t / \cos \gamma$ の距離を移動して裏面14から出射する。この場合、強化ガラス板10とレーザ光20とが $0 < \alpha \times t / \cos \gamma \leq 3.0$ の式を満たすことによって、レーザ光20が強化ガラス板10の表面12近傍で吸収されずに内部にまで到達するようになる。従って、第1の実施形態と同様に、中間層17の残留引張応力によって強化ガラス板10に生じるクラック30の伸展を制御することが可能となる。従って、本実施形態でも、第1の実施形態と同様の効果が得られる。

[0079] 尚、本実施形態において、第2及び第3の実施形態と同様に、強化ガラス板10の表面12にガス40を吹き付け、強化ガラス板10の表面12上でガス40の吹き付け領域42をレーザ光20の照射領域22と連動して移動させても良い。ガス40の吹き付け領域42は、レーザ光20の照射領域22と重なっていても良いし、レーザ光20の照射領域22の近傍に配されても良い。また、ガス40の吹き付け領域42の外縁よりも内側に、レーザ光20の照射領域22が配置されても良い。

[0080] [第5の実施形態]

図12は、本発明の第5の実施形態に係る強化ガラス板の切断方法の説明図である。図12において、図1Aと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。

- [0081] 上記第1の実施形態では1枚の強化ガラス板10を切断するのに対し、本実施形態では複数枚（例えば3枚）の強化ガラス板10A～10Cを積層した状態で同時に切断する点で相違する。例えば $\alpha \times t$ が0.105以下（レーザ光吸収率10%以下）のように小さければ、各強化ガラス10板の表面に照射されたレーザ光のほとんどは透過されるため、積層された複数枚の強化ガラス板10を同時に切断することが可能である。その他の構成は第2の実施形態と同様であるので、相違点を中心に説明する。
- [0082] 本実施形態では、強化ガラス板10A～10CをN枚（Nは2以上の自然数）積層してなる積層体110の表面（一方の主面）112にレーザ光20を照射し、各強化ガラス板10A～10Cの表面12A～12C上でレーザ光20の照射領域22を移動させることにより、N枚の強化ガラス板10A～10Cを切断する。
- [0083] N枚の強化ガラス板10A～10Cは、互いに異なるガラス組成を有しても良いが、同じガラス組成を有することが好ましい。N枚の強化ガラス板10A～10Cは、互いに異なる厚さを有しても良いが、同じ厚さを有することが好ましい。N枚の強化ガラス板10A～10Cは、互いに異なる熱膨張係数を有しても良いが、同じ熱膨張係数を有することが好ましい。N枚の強化ガラス板10A～10Cは、互いに異なる吸収係数 α を有しても良いが、同じ吸収係数 α を有することが好ましい。
- [0084] 積層体110において、互いに隣り合う強化ガラス板同士（例えば強化ガラス板10Aと強化ガラス板10B）は接していても良いし、離れていても良い。また、積層体110において、互いに隣り合う強化ガラス板同士（例えば強化ガラス板10Aと強化ガラス板10B）の間に樹脂等のスペーサを設けても良い。
- [0085] レーザ光20は、積層体110の表面（図において上面）112に対して垂直に入射して良い。即ち、レーザ光20は、各強化ガラス板10A～10Cの表面12A～12Cに対して垂直に入射して良い。
- [0086] 各強化ガラス板10A～10Cとレーザ光20とは、レーザ光20に対す

各強化ガラス板 10 の吸収係数を α_i (cm^{-1})、各強化ガラス板 10 の厚さを t_i (cm) として、 $0 < \alpha_i \times t_i \leq 3.0$ (i は 1 以上、 N 以下の任意の自然数) の式を満たす。

[0087] レーザ光 20 は、各強化ガラス板 10A～10C の表面 12A～12C に対して垂直に入射すると、各強化ガラス板 10A～10C の厚さ t_i (cm) と同じ距離を移動して裏面から出射する。この場合、各強化ガラス板 10A～10C とレーザ光 20 とが $0 < \alpha_i \times t_i \leq 3.0$ の式を満たすことによって、レーザ光 20 が各強化ガラス板 10A～10C の表面 12A～12C 近傍で吸収されずに内部にまで到達するようになる。従って、第 1 の実施形態と同様に、各強化ガラス板 10A～10C の中間層の残留引張応力によって各強化ガラス板 10A～10C に生じるクラックの伸展を制御することが可能となる。従って、本実施形態でも、第 1 の実施形態と同様の効果が得られる。

[0088] 尚、本実施形態において、第 2 及び第 3 の実施形態と同様に、積層体 110 の表面 112 にガス 40 を吹き付け、積層体 110 の表面 112 上でガス 40 の吹き付け領域 42 をレーザ光 20 の照射領域 22 と連動して移動させても良い。ガス 40 の吹き付け領域 42 は、レーザ光 20 の照射領域 22 と重なっていても良いし、レーザ光 20 の照射領域 22 の近傍に配されてもよい。また、ガス 40 の吹き付け領域 42 の外縁よりも内側に、レーザ光 20 の照射領域 22 が配置されても良い。

[0089] また、本実施形態では、レーザ光 20 が各強化ガラス板 10A～10C の表面 12A～12C に対して垂直に入射するが、第 4 の実施形態と同様に、レーザ光 20 が各強化ガラス板 10A～10C の表面 12A～12C に対して斜めに入射しても良い。この場合、各強化ガラス板 10 とレーザ光 20 とは、各強化ガラス板 10A～10C の表面 12A～12C でのレーザ光 20 の屈折角を γ_i として、 $0 < \alpha_i \times t_i / \cos \gamma_i \leq 3.0$ (i は 1 以上、 N 以下の任意の自然数) の式を満たす。

実施例

[0090] 以下に、実施例など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。

[0091] [例 1 - 1 ~ 例 1 - 4]

(化学強化ガラス板の作製)

化学強化用のガラス板として、複数種類の原料を混ぜて調製したガラス原料を溶解し、溶解した熔融ガラスを板状に成形し室温付近まで徐冷し、切断、切削、両面鏡面研磨することにより、所定の厚さを有する 50 mm × 50 mm のガラス板を作製した。ガラス原料は、ガラス板のレーザ光に対する吸収係数 (α) が所望の値となるように、同じ配合比のベース材に対する酸化鉄 (Fe_2O_3) の粉末の添加量を変えて調製した。

[0092] 各化学強化用ガラス板は、酸化物基準の質量%表示で、 SiO_2 : 60.7%、 Al_2O_3 : 9.6%、 MgO : 7.0%、 CaO : 0.1%、 SrO : 0.1%、 BaO : 0.1%、 Na_2O : 11.6%、 K_2O : 6.0%、 ZrO_2 : 4.8% を含有しており、酸化鉄 (Fe_2O_3) を外割りで所定量含有していた。

[0093] 各化学強化ガラス板は、上記の化学強化用ガラス板を KNO_3 熔融塩に浸漬し、イオン交換処理した後、室温付近まで冷却することにより作製した。 KNO_3 熔融塩の温度や浸漬時間などの処理条件は、内部残留引張応力 (CT) が所望の値となるように設定した。

[0094] 各化学強化ガラス板の内部残留引張応力 (CT) は、表面応力計 F S M - 6000 (折原製作所製) にて表面圧縮応力 (CS) 及び圧縮応力層の深さ (DOL) を測定し、その測定値と、化学強化ガラス板の厚さ (t) とから以下の数式 (I) を用いて計算にて求めた。

$$CT = (CS \times DOL) / (t - 2 \times DOL) \quad (I)$$

なお、測定の結果、各化学強化ガラス板の表面層及び裏面層は、同じ厚さ、同じ最大圧縮応力を有していた。

[0095] ちなみに、表面層及び裏面層が異なる厚さ、異なる最大圧縮応力を有している場合、内部残留引張応力 (CT) は、下記の数式 (II) を用いて計算に

て求められる。

$$C T = (C 1 \times D 1 / 2 + C 2 \times D 2 / 2) / (t - D 1 - D 2) \quad (I)$$

上記式 (II) 中、 $C 1$ は表面層の最大残留圧縮応力、 $D 1$ は表面層の厚さ、 $C 2$ は裏面層の最大残留圧縮応力、 $D 2$ は裏面層の厚さを示す。

[0096] (化学強化ガラス板の切断)

化学強化ガラス板の切断は、図 1 A 及び図 1 B に示す切断方法で行った。各化学強化ガラス板の側面の切断開始位置にはヤスリで初期クラックを予め形成し、各化学強化ガラス板の表面にはスクライブ線を形成しなかった。

[0097] レーザ光の光源は、ファイバーレーザ（中心波長帯：1075～1095 nm）とした。このレーザ光に対する各化学強化ガラス板の吸収係数は、紫外可視近赤外分光光度計 Lambda 950 を用いて測定した。

[0098] レーザ光の光軸は、各化学強化ガラス板の表面に直交するように配置した。

[0099] レーザ光の照射領域は、各化学強化ガラス板の表面上において、切断予定線の一端（初期クラック）から他端まで 50 mm にわたって 10 mm/sec の一定速度で移動させた。移動経路の中心線である切断予定線は、矩形状の化学強化ガラス板の一辺と平行な直線状とし、一辺からの距離を 10 mm とした。レーザ光の照射領域の形状は、円状とした。

[0100] レーザ光の集光位置は、各化学強化ガラス板の表面（上面）から -10.3～20 mm（上面を基準として上方（光源側）を正とする）の位置に配置した。レーザ光の集光角は、1.4～33.4° とした。

[0101] (切断結果の評価)

切断結果は、(1) 切断可否、(2) 切断端部品質、(3) 切断面品質、(4) 最大ずれ量で評価した。

[0102] (1) 切断可否は、化学強化ガラス板を切断予定線で切断できた場合を「○」とし、クラックの伸展を制御できずにクラックが切断予定線から外れ自走した場合及び切断できずにガラスが粉砕した場合を「×」とした。

[0103] (2) 切断端部品質は、切断面を目視で観察し、切断面の端部（切断の開始部分及び終了部分）が平面であるか否かで評価した。切断面の端部が平面である場合を「○」とし、切断面の端部が湾曲面である場合を「×」とした。

[0104] (3) 切断面品質は、切断面を目視で観察し、切断面に亀裂が有るか否かで評価した。亀裂が視認できない場合を「○」とし、亀裂が視認できる場合を「×」とした。

[0105] なお、(2) 切断端部品質や(3) 切断面品質の評価が「×」の場合であっても、切断精度が良好であれば、用途によっては、使用可能である。

[0106] (4) 最大ずれ量は、化学強化ガラス板の表面における切断予定線から切断線がどれだけ外れたかを表すものであって、切断予定線と直交する方向における変動幅を測定したものである。この最大ずれ量は、切断開始部分及び切断終了部分を除いて測定したものである。

[0107] 評価結果を、切断条件などと共に、表 1 に示す。

[0108]

[表1]

		例1-1	例1-2	例1-3	例1-4
レーザ光	光源出力(W)	180	200	50	4
	集光角度(°)	1.4	1.4	1.4	33.4
	集光位置(mm)	12.4	12.4	12.4	-0.8
	Φ (mm)	0.3	0.3	0.3	0.5
強化ガラス	CT(MPa)	68.2	115	43.6	65.5
	t(cm)	0.05	0.05	0.14	0.07
α (/cm)		0.09	0.09	0.48	38.3
α (/cm) $\times$ t(cm)		0.0045	0.0045	0.0672	2.68
切断可否		○	○	○	○
切断端部品質		○	○	○	○
切断面品質		○	○	○	○
最大ずれ量(mm)		0	0	0	0

表1に示す例1-1～例1-4では、切断可否、切断端部品質、切断面品質のいずれの評価も「○」であり、最大ずれ量は0mmであった。

[0109] [例1-5～例1-10]

例1-5～例1-10（比較例）では、例1-1～例1-4（実施例）と異なり、厚さ（t） $\times$ 吸収係数（ α ）の値を3.0超とし、化学強化ガラス板の切断を試みた。

[0110] 例 1-5 では、厚さ (t) を変更した他は、例 1-4 と同様にして、化学強化ガラス板を作製し、作製した化学強化ガラス板上で、レーザ光の照射領域を移動させた。

[0111] 例 1-6 ~ 例 1-10 では、レーザ光の光源として炭酸ガスレーザ（波長：10600 nm）を用いて吸収係数 (α) を変更した（例 1-6 ~ 例 1-8 では厚さ (t) も変更した）他は、例 1-2 と同様にして、化学強化ガラス板を作製し、作製した化学強化ガラス板上で、レーザ光の照射領域を移動させた。化学強化ガラス板の表面におけるレーザ光の照射領域は、レーザ光の照射時間を長くして、熱伝達時間を確保するため、その移動方向に長い楕円形状（長さ 12 mm、幅 3 mm）とした。

[0112] 評価結果を、切断条件などと共に、表 2 に示す。

[0113]

[表2]

	例1-5	例1-6	例1-7	例1-8	例1-9	例1-10
光源出力(W)	4	25	20	25	15	30
集光角度(°)	33.4	-	-	-	-	-
集光位置(mm)	-0.8	-	-	-	-	-
Φ(mm)	0.5	-	-	-	-	-
CT(MPa)	44	15.3	18.1	25.2	28.1	46.7
t(cm)	0.1	0.09	0.09	0.09	0.05	0.05
α (/cm)	38.3	1000以上	1000以上	1000以上	1000以上	1000以上
α (/cm) × t(cm)	3.83	90以上	90以上	90以上	50以上	50以上
切断可否	×	○	○	×	○	×
切断端部品質	-	×	×	-	×	-
切断面品質	-	○	○	-	○	-
最大ずれ量(mm)	-	0.7	0.3	-	0.35	-

表1及び表2から、厚さ(t) × 吸収係数(α)の値を3.0以下とすることで、化学強化ガラス板を、良好な切断精度で切断できることがわかる。

厚さ（ t ）×吸収係数（ α ）の値が3.0を越えると、切断できないか、切断できても最大ずれ量が大きく、切断精度が悪かった。

[0114] [例2-1～例2-20]

例2-1～例2-20（実施例）では、化学強化処理条件を変更して、内部残留引張応力（CT）を調節し、内部残留引張応力（CT）と最大ずれ量との関係を調べた。化学強化ガラス板の作製、切断、評価は、例1-1～例1-4と同様とした。評価結果を、切断条件などと共に、表3～表5に示す。

[0115]

[表3]

	例2-1	例2-2	例2-3	例2-4	例2-5	例2-6	例2-7
レーザー光	光源出力(W)	20	40	150	150	80	140
	集光角度(°)	5.7	11.4	1.4	1.4	1.4	1.4
	集光位置(mm)	-4.8	-3	20	12	20	20
	Φ (mm)	0.5	0.6	0.5	0.3	0.5	0.5
強化ガラス	CT(MPa)	21.4	21.4	27.8	27.8	27.9	36.3
	t(cm)	0.1	0.1	0.09	0.09	0.09	0.07
α (/cm)	2.99	2.99	0.3	0.3	0.8	0.8	0.3
α (/cm) $\times$ t(cm)	0.299	0.299	0.027	0.027	0.072	0.072	0.021
切断可否	○	○	○	○	○	○	○
切断端部品質	○	○	○	○	○	○	○
切断面品質	○	○	○	○	○	○	○
最大ずれ量(mm)	0.2	0.1	0.1	0.15	0.15	0.2	0.15

[表4]

	例2-8	例2-9	例2-10	例2-11	例2-12	例2-13	例2-14
レーザー光							
光源出力(W)	120	60	50	40	20	60	50
集光角度(°)	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
集光位置(mm)	12	12	8	20	12	20	12
Φ(mm)	0.3	0.3	0.2	0.5	0.3	0.5	0.3
強化ガラス							
CT(MPa)	36.3	36.5	36.5	40.8	40.8	43.6	43.6
t(cm)	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.14	0.14
α (/cm)	0.3	0.8	0.8	0.48	1.2	0.48	0.48
α (/cm)×t(cm)	0.021	0.056	0.056	0.0336	0.084	0.0672	0.0672
切断可否	○	○	○	○	○	○	○
切断端部品質	○	○	○	○	○	○	○
切断面品質	○	○	○	○	○	○	○
最大ずれ量(mm)	0	0.15	0	0	0	0	0

[表5]

	例2-15	例2-16	例2-17	例2-18	例2-19	例2-20
レーザー光	光源出力(W)	20	30	50	40	70
	集光角度(°)	5.7	5.7	1.4	1.4	1.4
	集光位置(mm)	-4.8	-3	20	12	12
	Φ(mm)	0.5	0.3	0.5	0.3	0.3
強化ガラス	CT(MPa)	47.4	47.4	50.8	50.8	74.6
	t(cm)	0.1	0.1	0.14	0.14	0.06
	α (/cm)	2.99	2.99	1.2	1.2	0.8
	α (/cm) × t(cm)	0.299	0.299	0.168	0.168	0.048
	切断可否	○	○	○	○	○
	切断端部品質	○	○	○	○	○
	切断面品質	○	○	○	○	○
	最大ずれ量(mm)	0	0	0	0	0

表3～表5から、内部残留引張応力（CT）を30MPa以上とすることで、残留引張応力によるクラックの伸展が支配的になり、最大ずれ量を0mmにできることがわかる。

[0118] [例 3 - 1 ~ 例 3 - 8]

例 3 - 1 ~ 例 3 - 8（実施例）では、化学強化ガラス板の表面におけるレーザー光の照射領域の寸法形状を変更して、切断結果を評価した。化学強化ガラス板の作製、切断、評価は、例 1 - 1 ~ 例 1 - 4 と同様とした。

[0119] 評価結果を、切断条件などと共に、表 6 に示す。

[0120]

[表6]

	例3-1	例3-2	例3-3	例3-4	例3-5	例3-6	例3-7	例3-8
レーザー光	光源出力(W)	20	30	20	30	20	40	30
	集光角度(°)	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	11.4	5.7
	集光位置(mm)	-1.8	-3	-4.8	-10.3	-1.8	-4.8	-10.3
	Φ(mm)	0.18	0.3	0.5	1.03	0.18	0.5	1.03
強化ガラス	CT(MPa)	47.4	47.4	47.4	47.4	21.4	21.4	21.4
	t(cm)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
α (/cm)	2.99	2.99	2.99	2.99	2.99	2.99	2.99	2.99
α (/cm)×t(cm)	0.299	0.299	0.299	0.299	0.299	0.299	0.299	0.299
切断可否	○	○	○	○	○	○	○	○
切断端部品質	○	○	○	×	○	○	○	×
切断面品質	×	○	○	○	○	○	○	○
最大ずれ量(mm)	0	0	0	0	0	0.15	0.2	0.2

表6から、化学強化ガラス板の表面において、レーザー光の照射領域は、円

形に形成されている場合、直径（Φ）が0.18mmよりも大きく、化学強化ガラス板の厚さ（1.0mm）よりも小さいと、切断端部品質や切断面品質が良いことがわかる。直径（Φ）が0.18mmの場合、切断面に微細な亀裂があった。また、直径（Φ）が1.03mmの場合、切断面の端部が僅かに湾曲していた。

[0121] [例4-1～例4-4]

例4-1～例4-4では、化学強化ガラス板を切断予定線で切断できる（クラックの自走やガラスの粉砕が起きない）最大のレーザ走査速度と、化学強化ガラス板の表面におけるレーザ光の直径との関係について調べた。

[0122] 各化学強化ガラス板としては、酸化物基準の質量％表示で、 SiO_2 ：61.0％、 Al_2O_3 ：12.8％、 MgO ：6.6％、 CaO ：0.1％、 SrO ：0.2％、 BaO ：0.2％、 Na_2O ：12.2％、 K_2O ：5.9％、 ZrO_2 ：1.0％を含有するものを用いた。

[0123] 各化学強化ガラス板において、表面圧縮応力（CS）は735MPa、圧縮応力層の深さ（DOL）は51.2（μm）、内部引張応力（CT）は38（MPa）であった。

[0124] 各化学強化ガラス板（300mm×300mm×1.1mm）の切断は、図10A及び図10Bに示す切断方法で行った。各化学強化ガラス板の側面の切断開始位置にはヤスリで初期クラックを予め形成し、各化学強化ガラス板の表面にはスクライブ線を形成しなかった。

[0125] ノズルの出口は、直径2mmの円形であって、各化学強化ガラス板の表面との間のギャップG（図10A参照）が3mmの位置に配置した。100L/minの流量で室温の圧縮空気をノズルの出口から各化学強化ガラス板の表面に向けて噴射した。

[0126] ノズルの中心軸及びレーザ光の光軸は、各化学強化ガラス板の表面に直交するように同軸的に配置した。

[0127] レーザ光の光源としては、ファイバーレーザ（中心波長：1070nm）を用いた。レーザ光に対する各化学強化ガラス板の吸収係数は、紫外可視近

赤外分光光度計 L a m b d a 9 5 0 を用いて測定した。

[0128] レーザ光の集光位置は、各化学強化ガラス板の表面から 0 ～ 2 . 8 m m 上方（裏面と反対側）の位置に配置した。レーザ光の集光角は、 4° とした。

[0129] 各化学強化ガラス板の表面と同一平面において、切断予定線の一端から他端まで 3 0 0 m m にわたってレーザ光の中心を移動させた。移動経路である切断予定線は、矩形状の各化学強化ガラス板の一辺（短辺）と平行な直線状とし、一辺からの距離を 1 0 m m とした。

[0130] 各化学強化ガラス板の表面と同一平面において、レーザ光の直径を 0 . 2 m m とすると共にレーザ光の中心を切断開始端から 2 . 5 m m / s e c の速度で 1 5 m m 移動させ、続いてレーザ光の中心をさらに 5 m m 移動させる間にレーザ光の直径を表 7 に示す直径とした。その後、レーザ光の移動速度を目標の速度に加速し、目標の速度で維持した。切断可能であった最高速度を表 7 に示す。

[0131]

[表7]

		例4-1	例4-2	例4-3	例4-4
レーザ光	光源出力(W)	120	120	120	120
	集光角度(°)	4	4	4	4
	集光位置(mm)	0	0.7	1.4	2.8
	Φ (mm)	0.02	0.05	0.1	0.2
強化ガラス	CT(MPa)	38	38	38	38
	t(cm)	0.11	0.11	0.11	0.11
α (/cm)		0.09	0.09	0.09	0.09
α (/cm) $\times$ t(cm)		0.010	0.010	0.010	0.010
切断可能な最大速度(mm/s)		60	60	50	30

表7から、光源出力が一定の場合、化学強化ガラス板の表面において、レーザ光の直径が小さくなるほど、レーザ光の走査速度が向上できることがわかる。レーザ光の光源出力が一定の場合、化学強化ガラス板の表面において、レーザ光の直径が小さくなるほど、レーザ光のパワー密度 (W/mm^2) が上がるので、加熱時間が短縮可能なためである。

[0132] [例5-1～例5-2]

例5-1～例5-2では、化学強化ガラス板を切断予定線で切断できる（クラックの自走やガラスの粉砕が起きない）最小の光源出力と、ノズルの使用の有無との関係について調べた。

[0133] 各化学強化ガラス板としては、例4-1と同じ組成のガラス（CS=69

9 (MPa)、DOL = 64.8 (μm)、CT = 46.7 (MPa)) を用いた。

[0134] 各化学強化ガラス板 (150mm×100mm×1.1mm) の切断は、図10A及び図10Bに示す切断方法で行った。各化学強化ガラス板の側面の切断開始位置にはヤスリで初期クラックを予め形成し、各化学強化ガラス板の表面にはスクライブ線を形成しなかった。

[0135] レーザ光の光源としては、ファイバーレーザ (中心波長: 1070nm) を用いた。レーザ光に対する各化学強化ガラス板の吸収係数は、紫外可視近赤外分光光度計 Lambda 950 を用いて測定した。

[0136] レーザ光の集光位置は、各化学強化ガラス板の表面から0mm上方 (裏面と反対側) の位置に配置した。レーザ光の集光角は、8.9°とした。

[0137] 各化学強化ガラス板の表面と同一平面において、切断予定線の一端から他端まで150mmにわたってレーザ光の中心を移動させた。移動経路である切断予定線は、矩形状の各化学強化ガラス板の一辺 (短辺) と平行な直線状とし、一辺からの距離を10mmとした。

[0138] 各化学強化ガラス板の表面と同一平面において、レーザ光の直径を0.2mmとすると共にレーザ光の中心を切断予定線の切断開始端から2.5mm/secの速度で15mm移動させ、続いてレーザ光の中心をさらに5mm移動させる間にレーザ光の直径を0.2mmから0.1mmに縮径した。その後、レーザ光の移動速度を目標の速度 (10mm/sec) に加速し、目標の速度で維持した。切断開始時に、移動速度が遅いのは、クラックの形成に時間がかかるためである。

[0139] 例5-1ではノズルを用いず、例5-2ではノズルを用いて化学強化ガラス板の表面に冷却ガスを吹き付けた。ノズルの中心軸は、各化学強化ガラス板の表面に直交するように、レーザ光の光軸と同軸的に配置した。ノズルの出口は、直径1mmの円形であって、各化学強化ガラス板の表面との間のギャップG (図10A参照) が2mmの位置に配置した。15L/minの流量で室温の圧縮空気をノズルの出口から各化学強化ガラス板の表面に向けて

噴射した。切断可能であった最小の光源出力を表 9 に示す。

[0140] [表8]

		例5-1	例5-2
レーザ光	光源出力(W)	70	55
	集光角度(°)	8.9	8.9
	集光位置(mm)	0	0
	Φ (mm)	0.1	0.1
ノズルの有無		無	有
強化ガラス	CT(MPa)	46.7	46.7
	t(cm)	0.11	0.11
α (/cm)		0.09	0.09
α (/cm) $\times$ t(cm)		0.010	0.010
切断可否		○	○

表 8 から、冷却ガスを噴出するノズルを用いることで、光源出力を低減可能なことがわかる。

[0141] [例 6 - 1 ~ 例 6 - 5]

例 6 - 1 ~ 例 6 - 5 では、化学強化ガラス板を切断予定線で切断できる（

クラックの自走やガラスの粉砕が起きない) 最小の光源出力と、レーザ光の集光位置との関係について調べた。

[0142] 各化学強化ガラス板としては、例5-1と同じ組成及び同じ物性のガラス ($CS = 699$ (MPa)、 $DOL = 64.8$ (μm)、 $CT = 46.7$ (MPa)) を用いた。

[0143] 各化学強化ガラス板 ($150 mm \times 100 mm \times 1.1 mm$) の切断は、図10A及び図10Bに示す切断方法で行った。各化学強化ガラス板の側面の切断開始位置にはヤスリで初期クラックを予め形成し、各化学強化ガラス板の表面にはスクライブ線を形成しなかった。

[0144] レーザ光の光源としては、ファイバーレーザ (中心波長: $1070 nm$) を用いた。レーザ光に対する各化学強化ガラス板の吸収係数は、紫外可視近赤外分光光度計 $Lambda 950$ を用いて測定した。

[0145] 各化学強化ガラス板の表面と同一平面において、切断予定線の一端から他端まで $150 mm$ にわたってレーザ光の中心を移動させた。移動経路である切断予定線は、矩形状の各化学強化ガラス板の一辺 (短辺) と平行な直線状とし、一辺からの距離を $10 mm$ とした。

[0146] 各化学強化ガラス板の表面と同一平面において、レーザ光の直径を $0.2 mm$ とすると共にレーザ光の中心を切断予定線の切断開始端から $2.5 mm / sec$ の速度で $15 mm$ 移動させ、続いてレーザ光の中心をさらに $5 mm$ 移動させる間にレーザ光の直径を $0.2 mm$ から $0.1 mm$ に縮径した。その後、レーザ光の移動速度を目標の速度 ($10 mm / sec$) に加速し、目標の速度で維持した。切断開始時に、移動速度が遅いのは、クラックの形成に時間がかかるためである。

[0147] レーザ光の集光位置は、レーザ光の移動速度が低速の間、化学強化ガラス板の表面よりも $1.3 mm$ 上方 (裏面と反対側) の位置に設定した。レーザ光の移動速度が低速から高速に切り替わる前に、レーザ光の集光位置を変更した。変更後のレーザ光の集光位置は、例6-1では化学強化ガラス板の表面から $0.4 mm$ 上方の位置、例6-2では化学強化ガラス板の表面上の位

置、例 6－3 では化学強化ガラス板の板厚方向中心の位置、例 6－4 では化学強化ガラス板の裏面上の位置、例 6－5 では化学強化ガラス板の裏面から 0.4 mm 下方の位置に設定した。

[0148] ノズルの中心軸は、各化学強化ガラス板の表面に直交するように、レーザー光の光軸と同軸的に配置した。

[0149] ノズルの出口は、直径 1 mm の円形であって、各化学強化ガラス板の表面との間のギャップ G（図 10A 参照）が 2 mm の位置に配置した。15 L/min の流量で室温の圧縮空気をノズルの出口から各化学強化ガラス板の表面に向けて噴射した。切断可能であった最小の光源出力を表 9 に示す。

[0150]

[表9]

	例6-1	例6-2	例6-3	例6-4	例6-5
レーザー光	光源出力(W)	55	50	48	55
	Φ (mm)	0.1	0.1	0.1	0.1
	焦点位置	表面	板厚中心	裏面	裏面より下
強化ガラス	CT(MPa)	46.7	46.7	46.7	46.7
	t(cm)	0.11	0.11	0.11	0.11
α (/cm)	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
α (/cm) $\times$ t(cm)	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
切断可否	○	○	○	○	○

表9から、光源出力を低減するためには、レーザ光の集光位置は、化学強化ガラス板の表面と裏面との間にすることが好ましく、裏面に近いほど好ましいことがわかる。

[0151] [例7-1～例7-2]

例7-1～例7-2では、異なるガラス組成の化学強化ガラス板の切断の可否を調べた。

[0152] 例7-1では、例4-1と同じ組成の化学強化ガラス板の切断を行った。一方、例7-2では、酸化物基準の質量%表示で、 SiO_2 : 62.0%、 Al_2O_3 : 17.1%、 MgO : 3.9%、 CaO : 0.6%、 Na_2O : 12.7%、 K_2O : 3.5%、 SnO_2 : 0.3%を含有する化学強化ガラス板の切断を行った。

[0153] 各化学強化ガラス板 (120mm×100mm×0.8mm) の切断は、図10A及び図10Bに示す切断方法で行った。各化学強化ガラス板の側面の切断開始位置にはヤスリで初期クラックを予め形成し、各化学強化ガラス板の表面にはスクライブ線を形成しなかった。

[0154] レーザ光の光源としては、ファイバーレーザ (中心波長 : 1070nm) を用いた。レーザ光に対する各化学強化ガラス板の吸収係数は、紫外可視近赤外分光光度計 Lambda 950 を用いて測定した。

[0155] 各化学強化ガラス板の表面と同一平面において、切断予定線の一端から他端までレーザ光の中心を移動させた。移動経路である切断予定線11は、図13に示すように、2つの直線状部分 (長さ55mm) 11-1、11-4と、該2つの直線状部分11-1、11-4の間に配置される2つの曲線状部分 (半径5mmの1/4円弧状部分) 11-2、11-3を含む。

[0156] 各化学強化ガラス板の表面と同一平面において、レーザ光の直径を0.2mmとすると共にレーザ光の中心を切断予定線の切断開始端から2.5mm/secの速度で15mm移動させ、続いてレーザ光の中心をさらに5mm移動させる間にレーザ光の直径を0.2mmから0.1mmに縮径した。その後、レーザ光の移動速度を目標の速度 (10mm/sec) に加速し、目

標の速度で維持した。切断開始時に、移動速度が遅いのは、クラックの形成に時間がかかるためである。

[0157] レーザ光の集光位置は、各化学強化ガラス板の表面から 0 mm 上方（裏面と反対側）の位置に配置した。レーザ光の集光角は、 8.9° とした。

[0158] ノズルの中心軸は、各化学強化ガラス板の表面に直交するように、レーザ光の光軸と同軸的に配置した。

[0159] ノズルの出口は、直径 2 mm の円形であって、各化学強化ガラス板の表面との間のギャップ G（図 10 A 参照）が 3 mm の位置に配置した。50 L/min の流量で室温の圧縮空気をノズルの出口から各化学強化ガラス板の表面に向けて噴射した。

[0160] 切断の評価結果を、切断条件などと共に、表 10 に示す。

[0161]

[表10]

		例7-1	例7-2
レーザ光	光源出力(W)	37.5	200
	集光角度(°)	8.9	8.9
	集光位置(mm)	0	0
	Φ (mm)	0.1	0.1
強化ガラス	CT(MPa)	37.4	48
	t(cm)	0.08	0.08
α (/cm)		0.09	0.04
α (/cm) $\times$ t(cm)		0.007	0.003
切断可否		○	○

表10から、化学強化ガラス板のガラス組成は特に限定されないことがわかる。

[0162] [例8-1～例8-2]

例8-1～例8-2では、化学強化ガラス板の表面に対してレーザ光を斜

めに入射した（図 1 1 A 及び図 1 1 B 参照）他は、例 5 - 2 と同様にして、化学強化ガラス板の表面上で、レーザ光の照射領域を移動させた。

[0163] 評価結果を、切断条件などと共に、表 1 1 に示す。

[0164] [表11]

		例8-1	例8-2
レーザ光	光源出力(W)	60	60
	Φ (mm)	0.1	0.1
	入射角 β (°)	23.0	40.0
	屈折角 γ (°)	15.1	25.4
強化ガラス	CT(MPa)	46.7	46.7
	t(cm)	0.11	0.11
α (/cm)		0.09	0.09
α (/cm) $\times$ t(cm) / $\cos \gamma$		0.010	0.011
切断可否		○	○
切断面の傾斜角		14.4	23.2

表 1 1 から、化学強化ガラス板の表面に対してレーザ光を斜めに入射することで、切断面が板厚方向に対して傾斜することがわかる。また、切断面の

傾斜角がレーザ光の屈折角と略同じことがわかる。

[0165] [例 9]

例 9 では、化学強化ガラス板を 3 枚重ねた積層体の切断の可否を調べた。

[0166] 3 枚の化学強化ガラス板には、それぞれ、例 4 - 1 と同じ組成及び同じ物性のガラス ($CS = 735$ (MPa)、 $DOL = 51.2$ (μm)、 $CT = 37.7$ (MPa)) を用いた。

[0167] 3 枚の化学強化ガラス板 ($150 mm \times 100 mm \times 1.1 mm$) は、図 12 に示す切断方法で同時に切断した。各化学強化ガラス板の側面の切断開始位置にはヤスリで初期クラックを予め形成し、各化学強化ガラス板の表面にはスクライブ線を形成しなかった。

[0168] レーザ光の光源としては、ファイバーレーザ (中心波長帯: $1075 \sim 1095 nm$ 、光源出力: $80 W$) を用いた。レーザ光に対する各化学強化ガラス板の吸収係数は、紫外可視近赤外分光光度計 $Lambda 950$ を用いて測定した。

[0169] レーザ光の集光位置は、積層体の上面から $9 mm$ 上方の位置に配置した。レーザ光の集光角は、 1.6° とした。

[0170] 各化学強化ガラス板の上面と同一平面におけるレーザ光の直径は、それぞれ、上側から $0.24 mm$ 、 $0.27 mm$ 、 $0.30 mm$ であった。

[0171] 各化学強化ガラス板の上面と同一平面において、切断予定線の一端から他端まで $150 mm$ にわたってレーザ光の中心を $2.5 mm/sec$ の一定速度で移動させた。移動経路である切断予定線は、矩形状の化学強化ガラス板の一辺 (短辺) と平行な直線状とし、一辺からの距離を $10 mm$ とした。

[0172] その結果、3 枚の化学強化ガラス板を切断予定線に沿って同時に切断することができた。クラックの自走やガラスの粉砕は見られなかった。

[0173] [例 10 - 1 ~ 例 10 - 2]

例 10 - 1 ~ 例 10 - 2 では、風冷強化ガラス板の切断の可否を調べた。

[0174] 各風冷強化ガラス板は、複数種類の原料を混ぜて調製したガラス原料を溶解し、溶解した熔融ガラスを板状に成形して室温付近まで冷却し、切断、切

削、両面鏡面研磨することにより作製した。冷却の過程で、軟化点付近の温度のガラスを表面及び裏面から急冷し、圧縮応力が残留する表面層及び裏面層を形成した。急冷の条件は、内部残留引張応力（ C_T ）が所望の値となるように設定した。

[0175] 各風冷強化ガラス板は、酸化物基準の質量％表示で、 SiO_2 ：72.4％、 Al_2O_3 ：1.9％、 MgO ：3.8％、 CaO ：8.3％、 Na_2O ：12.7％、 K_2O ：1.0％を含有していた。

[0176] 各風冷強化ガラス板の最大残留引張応力（ C_M ）は、表面応力計FSM-6000（折原製作所製）にて表面圧縮応力（ C_S ）を測定し、その測定値から以下の数式（III）を用いて計算にて求めた。

$$C_M = C_S / a \quad (III)$$

数式（III）において、 a はガラスの急冷開始時の温度、ガラスの急冷速度、ガラスの厚さなどで決まる定数であって、通常は2.2～2.5の範囲内である。例10-1～例10-2では、 a の値として2.35を用いた。

[0177] 各風冷強化ガラス板（300mm×300mm×5mm）の切断は、図1A及び図1Bに示す切断方法で行った。各風冷強化ガラス板の側面は切断前に予め回転砥石で研削された面であるので、各風冷強化ガラス板の側面の切断開始位置には初期クラックを切断前に形成しなかった。また、各風冷強化ガラス板の表面には、スクライブ線を形成しなかった。

[0178] レーザ光の光源としては、ファイバーレーザ（中心波長：1070nm）を用いた。レーザ光に対する各風冷強化ガラス板の吸収係数は、紫外可視近赤外分光光度計Lambda 950を用いて測定した。

[0179] レーザ光の光軸は、各風冷強化ガラス板の表面に直交するように配置した。

[0180] レーザ光の集光位置は、各風冷強化ガラス板の表面から25.6mm上方（裏面と反対側）の位置に配置した。レーザ光の集光角は、8.9°とした。

[0181] 各風冷強化ガラス板の表面と同一平面において、切断予定線の一端から他

端まで 300 mm にわたってレーザー光の中心を移動させた。移動経路である切断予定線は、矩形状の各風冷強化ガラス板の一辺（短辺）と平行な直線状とし、一辺からの距離を 20 mm とした。

[0182] 各風冷強化ガラス板の表面と同一平面において、レーザー光の照射領域は、直径 4 mm の円形であって 2.5 mm/sec の一定速度で移動させた。各風冷強化ガラス板の表面において、レーザー光の中心が切断開始端から 15 mm 以内の位置にある間はレーザー光の光源出力を例 10-1 では 200 W、例 10-2 では 240 W に設定し、その後は 100 W に設定した。

[0183]

[表12]

		例10-1	例10-2
レーザ光	光源出力(W)	100	100
	集光角度(°)	8.9	8.9
	集光位置(mm)	25.6	25.6
	Φ (mm)	4	4
強化ガラス	CM(MPa)	55	81
	t(cm)	0.5	0.5
α (/cm)		0.57	0.57
α (/cm) $\times$ t(cm)		0.285	0.285
切断可否		○	○

表12から、本発明を風冷強化ガラス板に適用できることがわかる。

[0184] 以上、本発明の実施形態および実施例について説明したが、本発明は上記実施形態および上記実施例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。

[0185] 例えば、上記実施形態の図6に示すように、強化ガラス板10の表面12に膜18が形成されている場合、パルスレーザによって切断予定線に沿って

膜 18 を除去した後、切断しても良い。膜 18 を除去する手段は、パルスレーザー等のレーザー光を用いるものに限らず、機械的手段によるもの等、膜を除去できるものであれば良い。

[0186] 本出願は、2011年1月11日に日本国特許庁に出願された特願2011-003496号、及び2011年8月31日に日本国特許庁に出願された特願2011-190024号に基づく優先権主張するものであり、特願2011-003496号、及び特願2011-190024号の全内容を本国際出願に援用する。

符号の説明

- [0187] 10 強化ガラス板
11 切断予定線
12 表面
13 表面層
14 裏面
15 裏面層
17 中間層
20 レーザ光
21 レーザ光の光軸
22 レーザ光の照射領域
30 クラック
40 ガス
42 ガスの吹き付け領域
50 ノズル
51 ノズルの中心軸
52 ノズルの出口
110 積層体
112 積層体の表面

請求の範囲

- [請求項1] 圧縮応力が残留する表面層及び裏面層と、表面層と裏面層との間に形成され、引張応力が残留する中間層とを有する強化ガラス板を、該強化ガラス板の表面にレーザ光を照射し、該表面上で前記レーザ光の照射領域を移動させることにより切断させる、強化ガラス板の切断方法において、
- 前記強化ガラス板と前記レーザ光とは、
- 前記レーザ光が前記強化ガラス板の前記表面に対して垂直に入射する場合、前記レーザ光に対する前記強化ガラス板の吸収係数を α (cm^{-1})、前記強化ガラス板の厚さを t (cm)として、 $0 < \alpha \times t \leq 3.0$ の式を満たし、
- 前記レーザ光が前記強化ガラス板の前記表面に対して斜めに入射する場合、前記強化ガラス板の前記表面での前記レーザ光の屈折角を γ ($^{\circ}$)として、 $0 < \alpha \times t / \cos \gamma \leq 3.0$ の式を満たし、
- 前記レーザ光の照射領域における前記中間層を徐冷点以下の温度で加熱することによって、前記中間層の残留引張応力によって前記強化ガラス板に生じるクラックの伸展を制御することを特徴とする強化ガラス板の切断方法。
- [請求項2] 前記レーザ光の波長が250～5000nmである請求項1に記載の強化ガラス板の切断方法。
- [請求項3] 前記中間層の内部残留引張応力が15MPa以上である請求項1又は2に記載の強化ガラス板の切断方法。
- [請求項4] 前記中間層の内部残留引張応力が30MPa以上である請求項1～3のいずれか1項に記載の強化ガラス板の切断方法。
- [請求項5] 前記強化ガラス板の前記表面において、前記レーザ光の照射領域は、円状に形成されており、前記強化ガラス板の厚さよりも小さい直径を有する請求項1～4のいずれか1項に記載の強化ガラス板の切断方法。

- [請求項6] 前記強化ガラス板は、化学強化ガラスである請求項1～5のいずれか1項に記載の強化ガラス板の切断方法。
- [請求項7] 前記強化ガラス板の厚さは、0.01cm以上0.2cm以下である請求項6に記載の強化ガラス板の切断方法。
- [請求項8] 前記強化ガラス板は、風冷強化ガラスである請求項1～5のいずれか1項に記載の強化ガラス板の切断方法。
- [請求項9] 前記強化ガラス板の厚さは、0.1cm以上3cm以下である請求項8に記載の強化ガラス板の切断方法。
- [請求項10] 前記レーザ光の光軸は、前記強化ガラス板の表面に対して斜めである請求項1～9のいずれか1項に記載の強化ガラス板の切断方法。
- [請求項11] 前記強化ガラス板の前記表面において、前記レーザ光の照射領域の外接円の半径をRとしたとき、前記照射領域の真円度が0.5R以下である請求項1～10のいずれか1項に記載の強化ガラス板の切断方法。
- [請求項12] 前記レーザ光の集光位置が、前記強化ガラス板の前記中間層に位置する請求項1～11のいずれか1項に記載の強化ガラス板の切断方法。
- [請求項13] 前記強化ガラス板の表面にガスを吹き付け、前記強化ガラス板の表面上で、前記ガスの吹き付け領域を前記レーザ光の照射領域と連動して移動させる請求項1～12のいずれか1項に記載の強化ガラス板の切断方法。
- [請求項14] 前記ガスは、前記強化ガラス板を局所的に冷却する冷却ガスである請求項13に記載の強化ガラス板の切断方法。
- [請求項15] 圧縮応力が残留する表面層及び裏面層と、表面層と裏面層との間に形成され、引張応力が残留する中間層とを有する強化ガラス板をN枚（Nは2以上の自然数）積層してなる積層体にレーザ光を照射し、前記各強化ガラス板の表面上で前記レーザ光の照射領域を移動させることにより、前記N枚の強化ガラス板を切断する、強化ガラス板の切断

方法において、

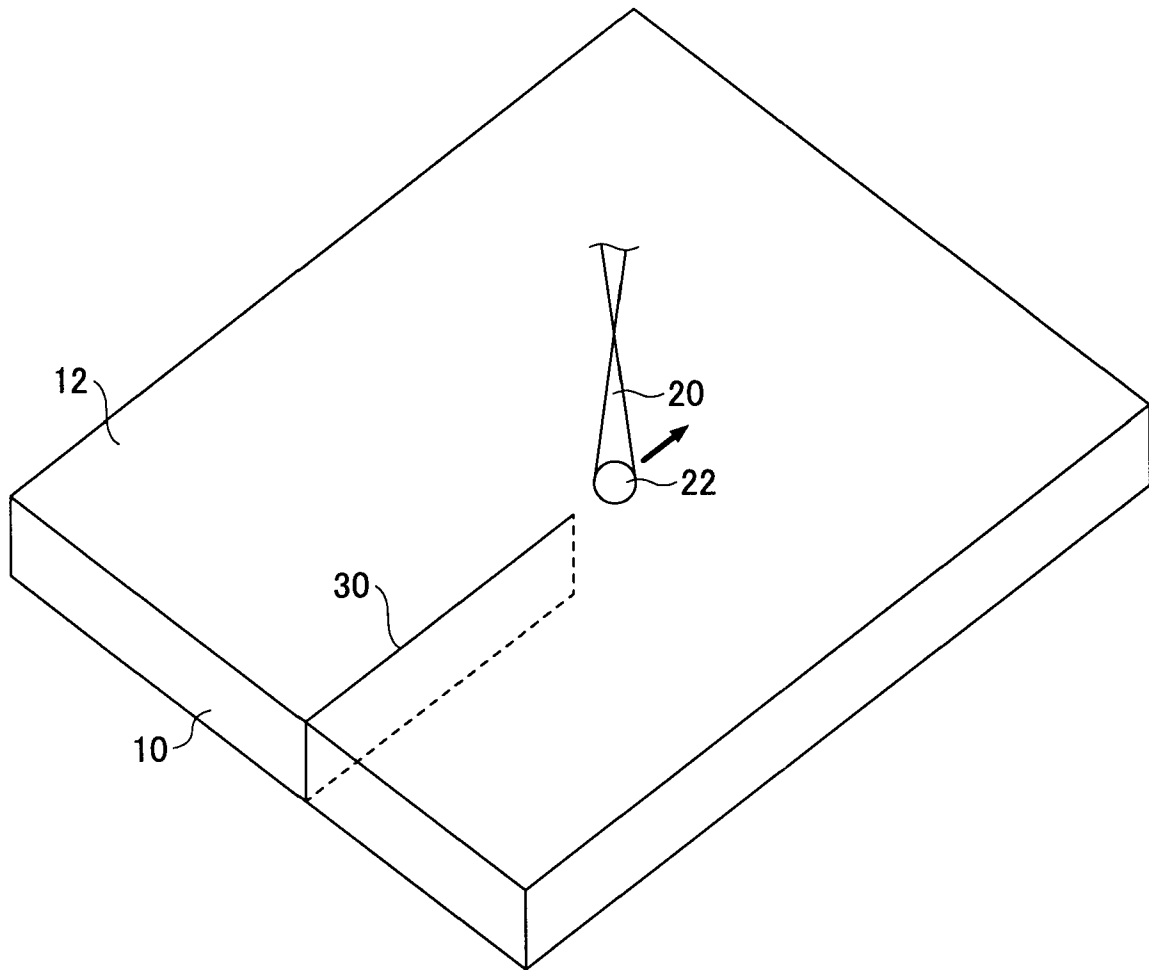
前記各強化ガラス板と前記レーザー光とは、

前記レーザー光が前記各強化ガラス板の前記表面に対して垂直に入射する場合、前記レーザー光に対する前記各強化ガラス板の吸収係数を α_i (cm^{-1})、前記各強化ガラス板の厚さを t_i (cm) として、 $0 < \alpha_i \times t_i \leq 3.0$ (i は 1 以上、 N 以下の任意の自然数) の式を満たし、

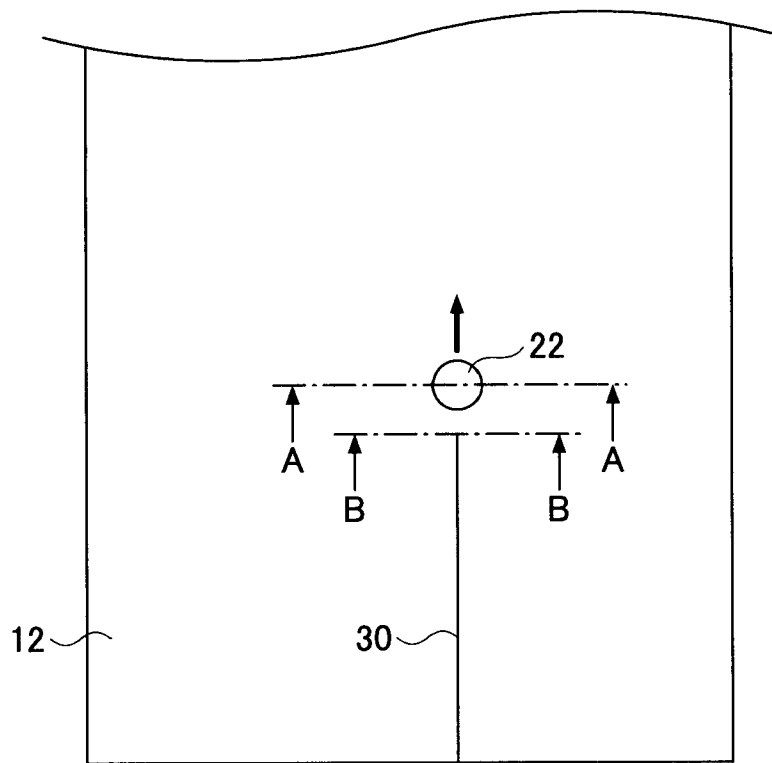
前記レーザー光が前記各強化ガラス板の前記表面に対して斜めに入射する場合、前記各強化ガラス板の前記表面での前記レーザー光の屈折角を γ_i ($^\circ$) として、 $0 < \alpha_i \times t_i / \cos \gamma_i \leq 3.0$ (i は 1 以上、 N 以下の任意の自然数) の式を満たし、

前記レーザー光の照射領域における前記各中間層を徐冷点以下の温度で加熱することによって、前記各中間層の残留引張応力によって前記各強化ガラス板に生じるクラックの伸展を制御することを特徴とする強化ガラス板の切断方法。

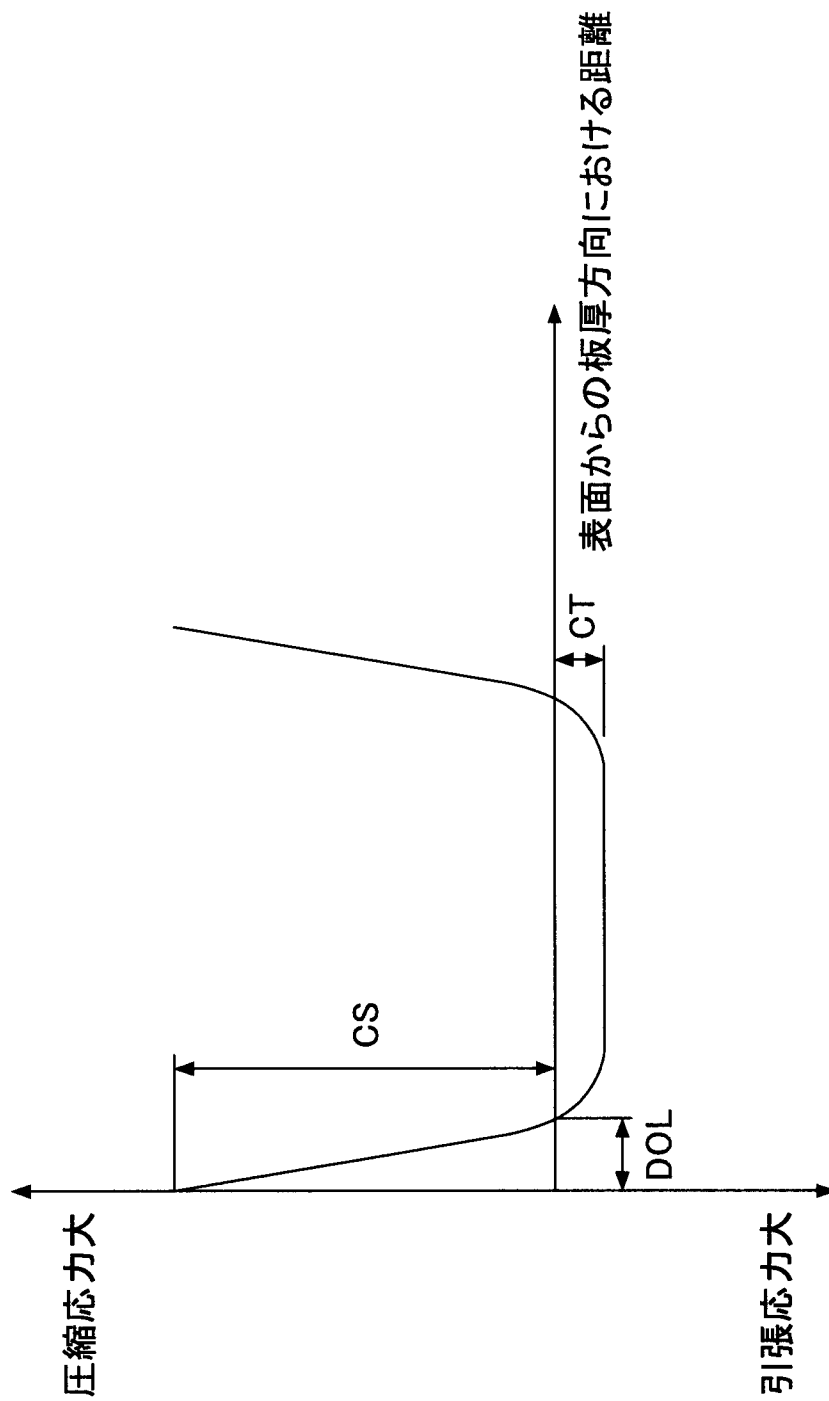
[図1A]



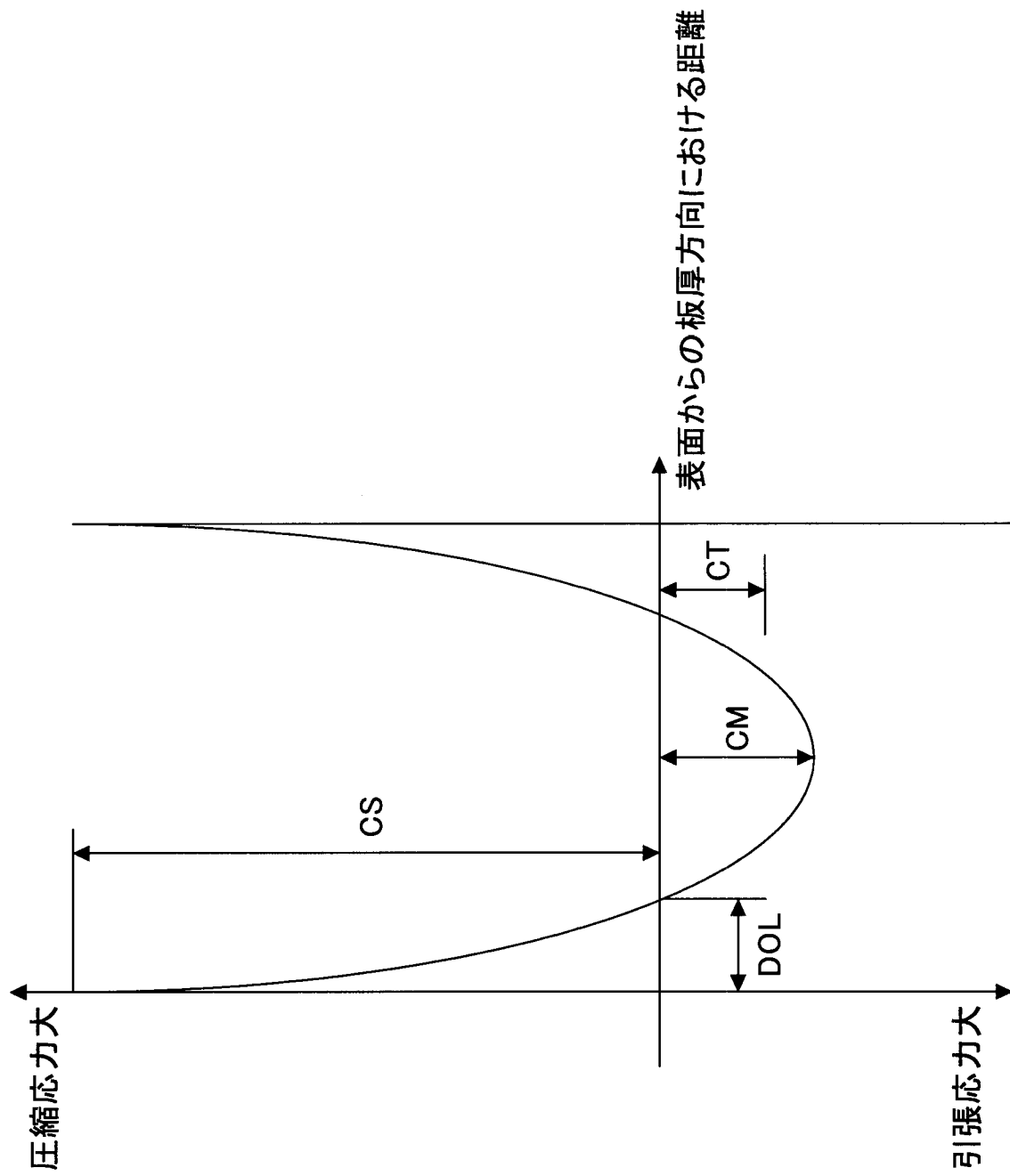
[図1B]



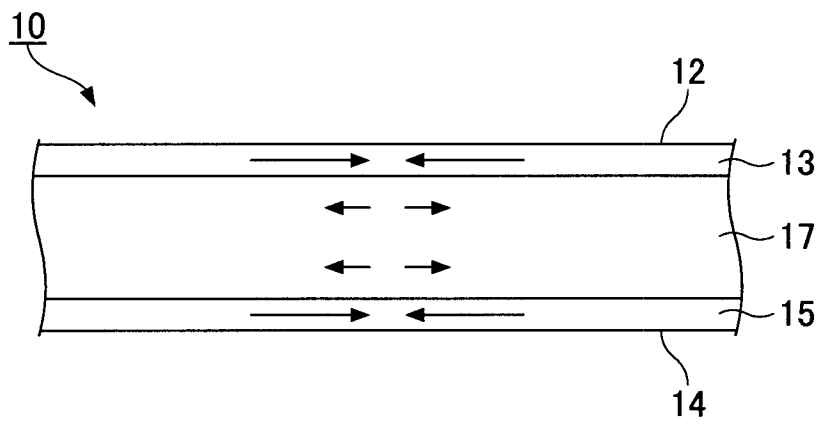
[図2A]



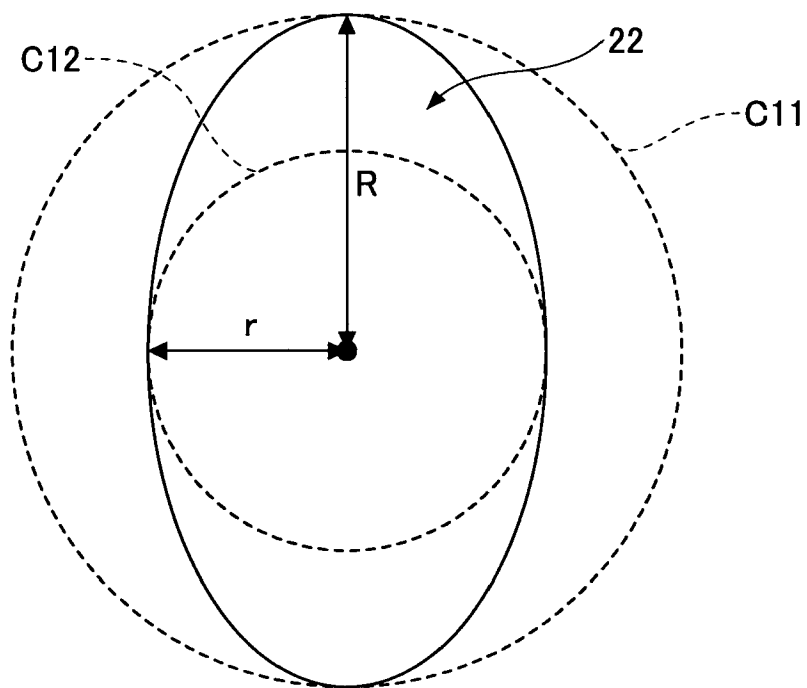
[図2B]



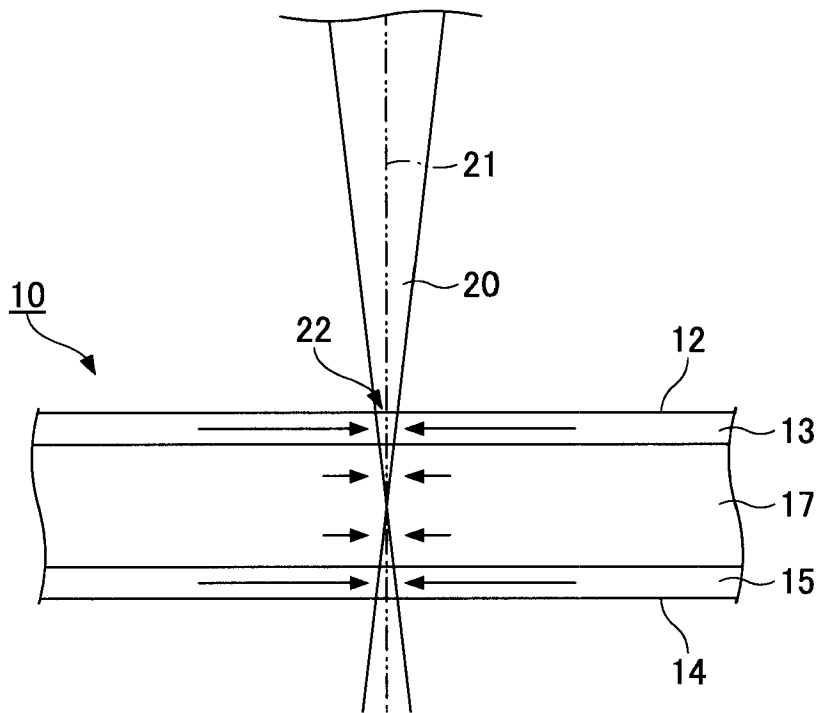
[図3]



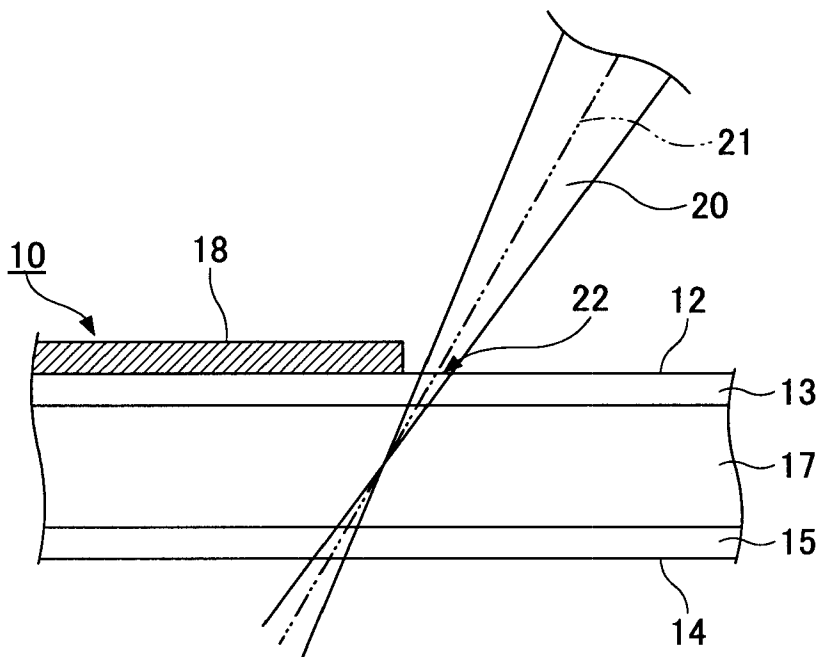
[図4]



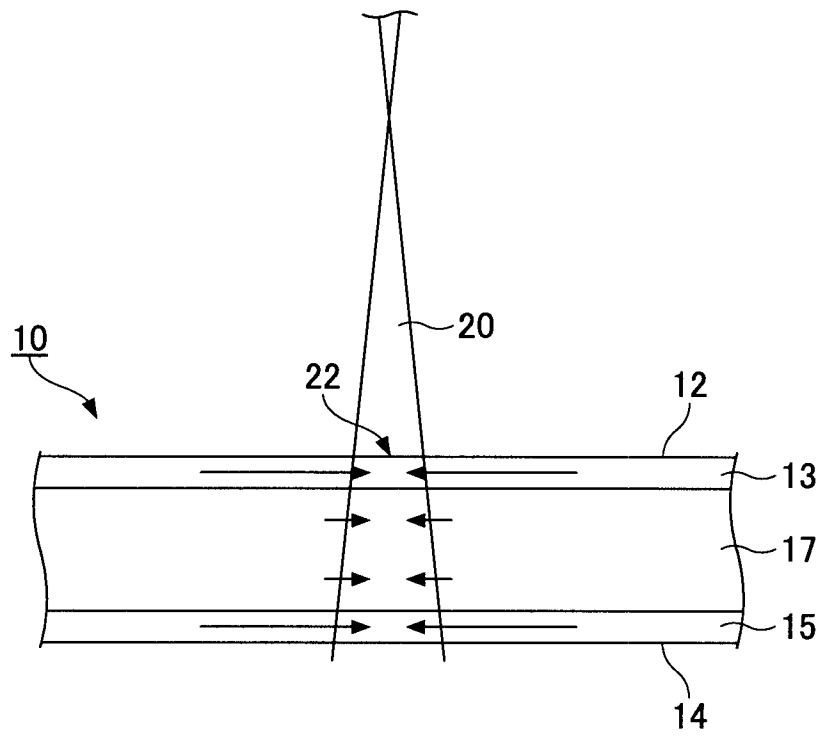
[図5]



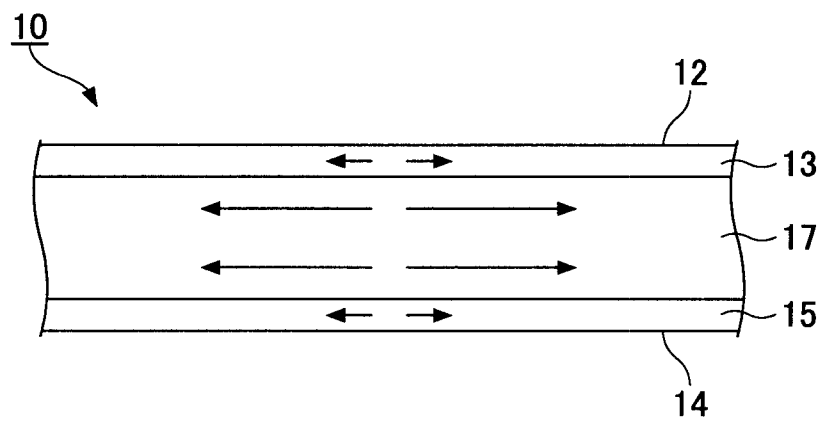
[図6]



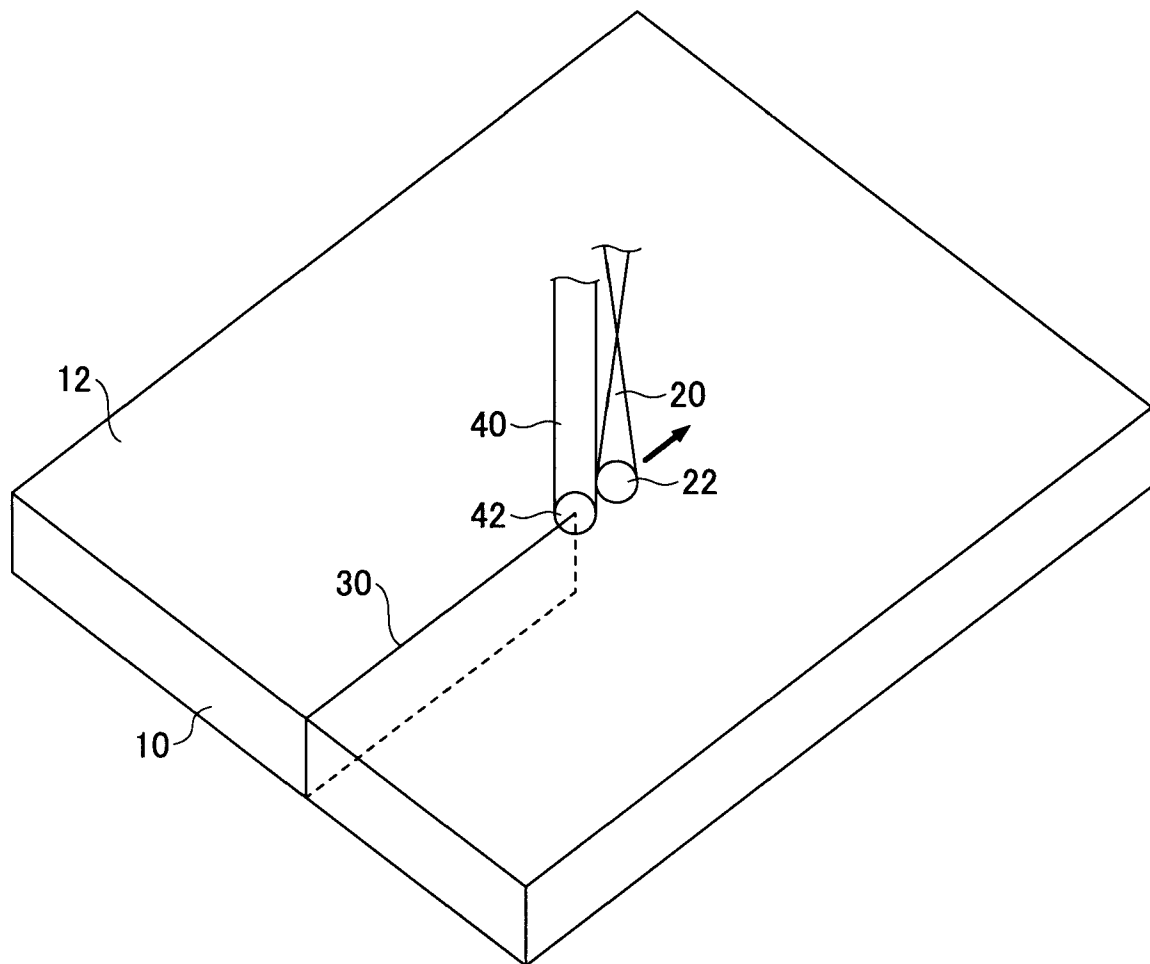
[図7]



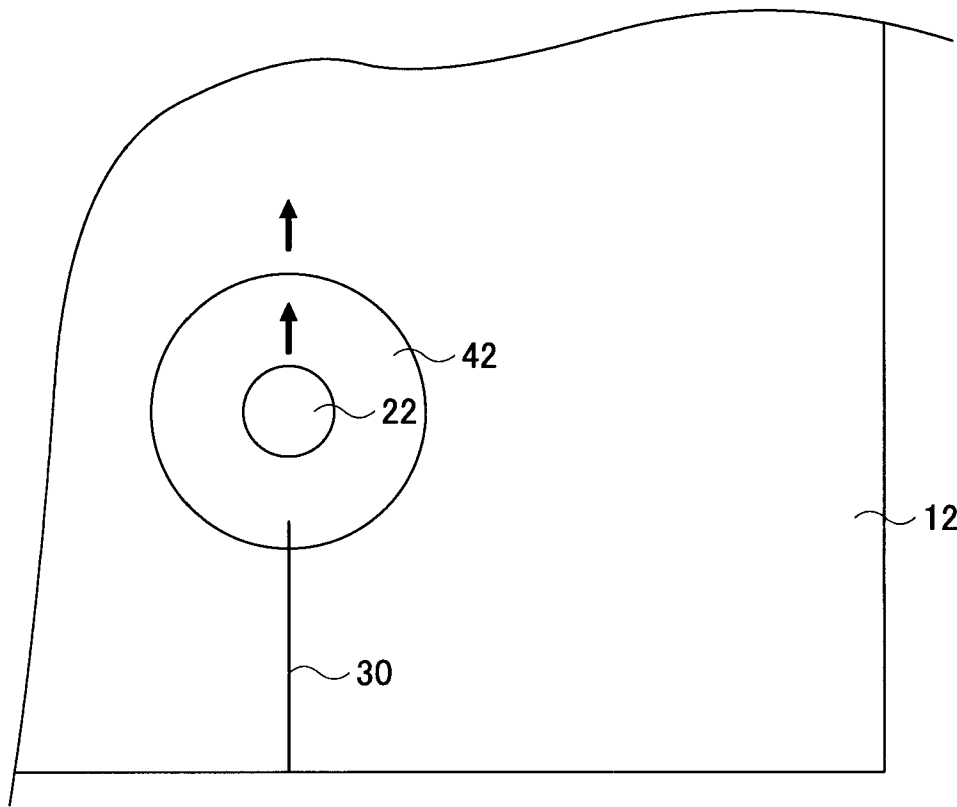
[図8]



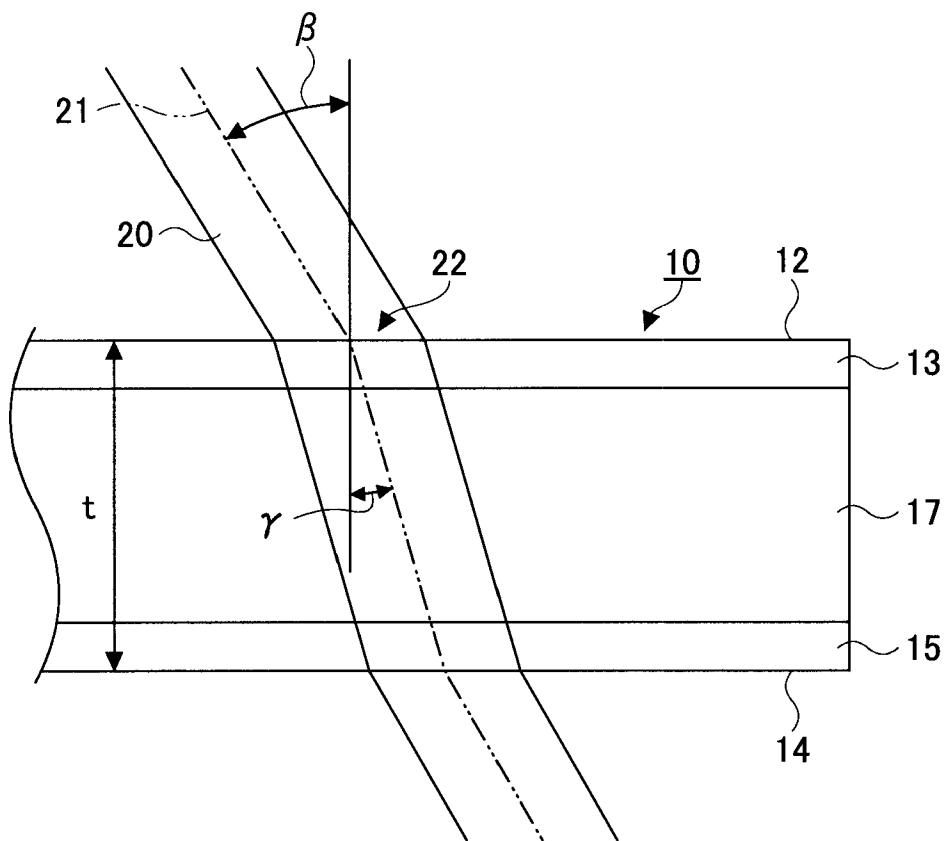
[図9]



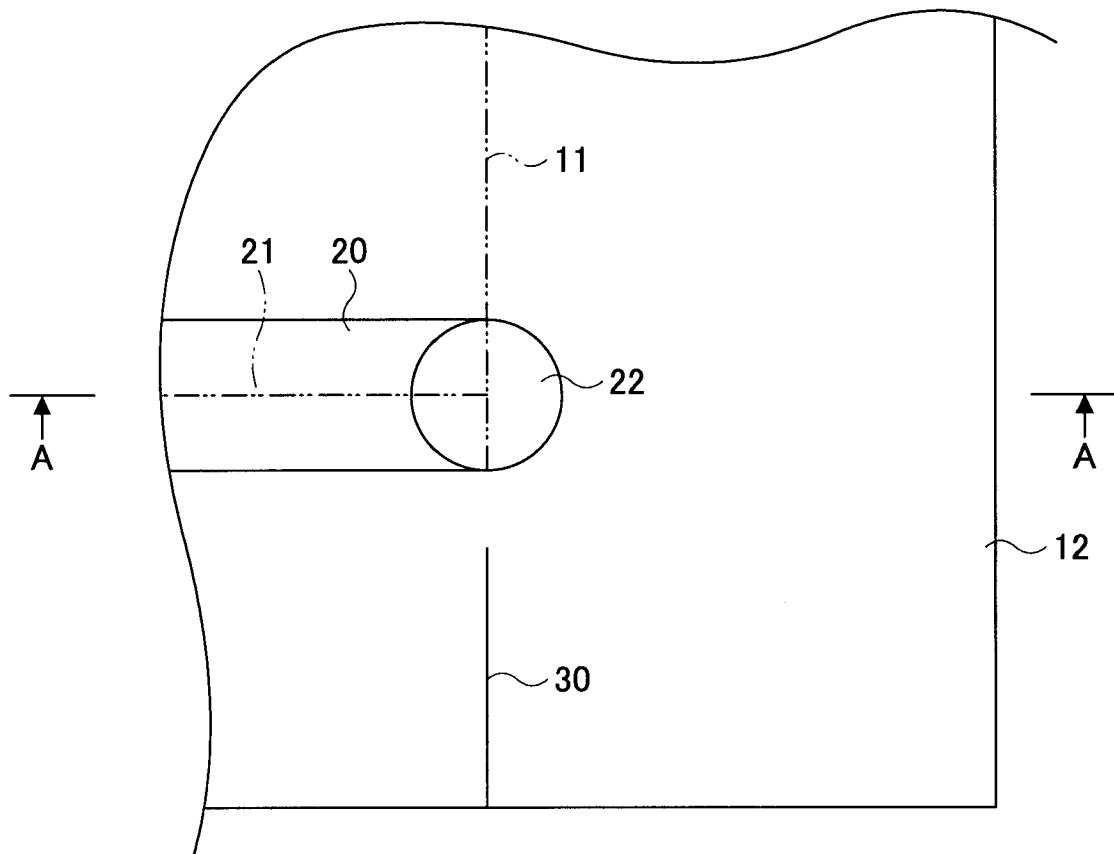
[図10B]



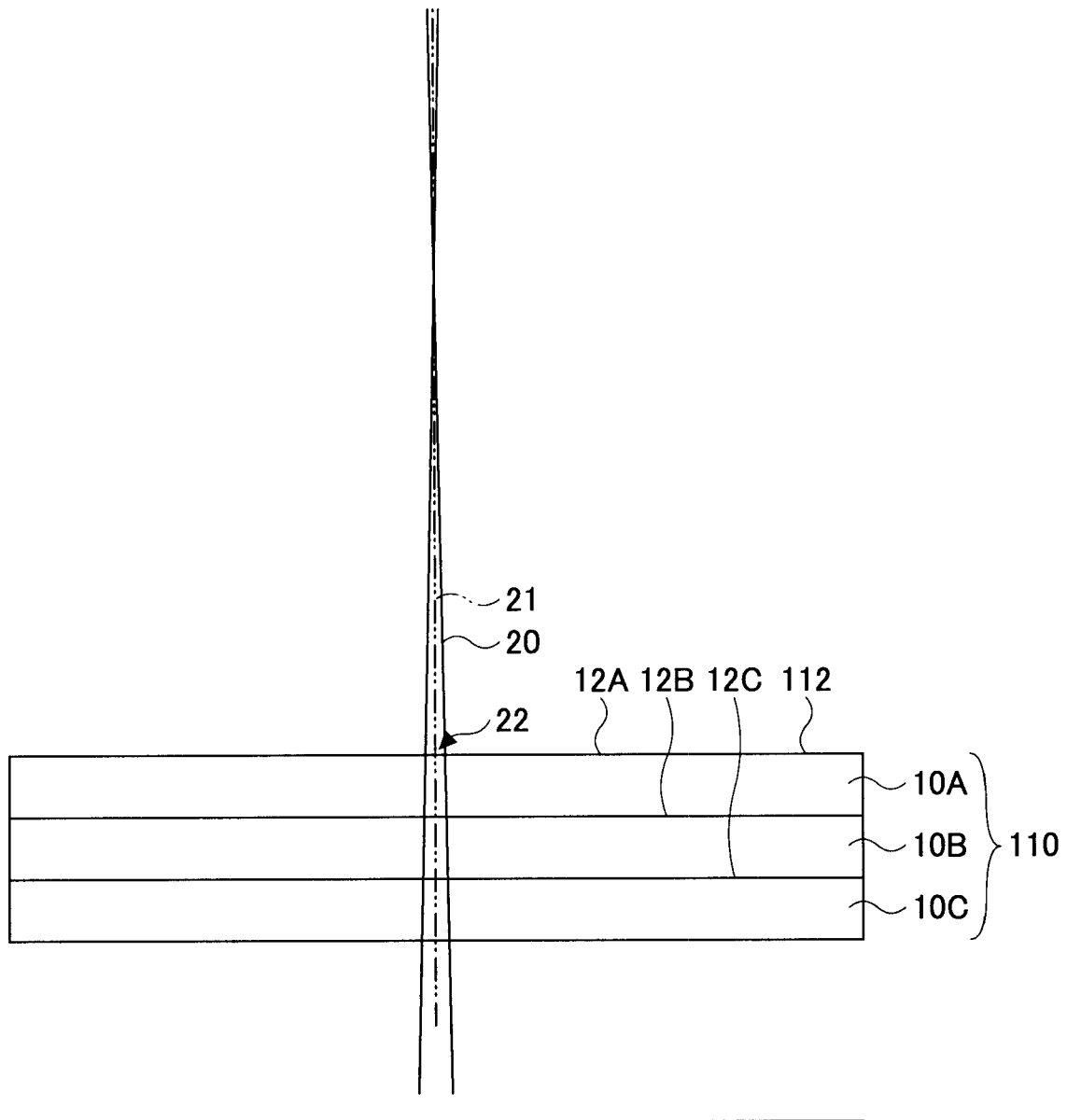
[図11A]



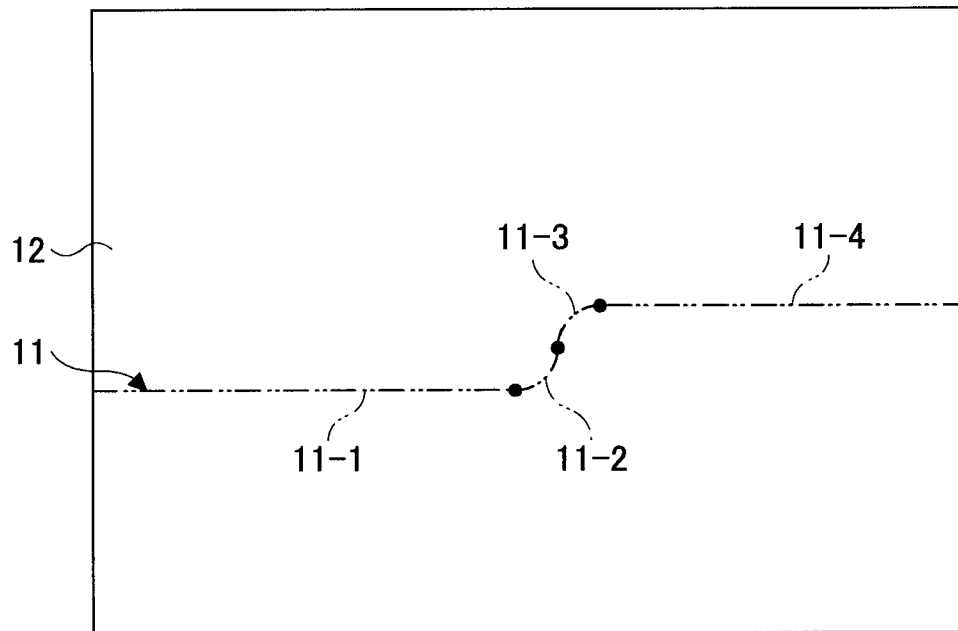
[図11B]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/076289

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C03B33/09(2006.01) i, C03B33/07(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)

C03B33/09, C03B33/07

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 1996-2012

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2012 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2012

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.
X	JP 2008-247038 A (Lemi Co., Ltd.), 16 October 2008 (16.10.2008), claims; examples; fig. 1, 11 (Family: none)	1, 2, 10, 11, 13, 14 3-9, 15 12
Y	JP 2010-168252 A (Nippon Electric Glass Co., Ltd.), 05 August 2010 (05.08.2010), paragraphs [0037], [0077] (Family: none)	3, 4, 6, 7
Y	JP 2003-261344 A (Nippon Sheet Glass Co., Ltd.), 16 September 2003 (16.09.2003), claims (Family: none)	3, 4, 8, 9

☒ 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
06 January, 2012 (06.01.12)Date of mailing of the international search report
17 January, 2012 (17.01.12)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/076289

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2006-62958 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 09 March 2006 (09.03.2006), paragraph [0072] (Family: none)	5
Y	JP 2007-261885 A (Lemi Co., Ltd.), 11 October 2007 (11.10.2007), claims; fig. 1, 2, 6 & US 2007/0062921 A1	15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/076289

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The invention of claim 1 does not have novelty and a special technical feature since the invention is disclosed in the following document 1, and consequently, the invention of claim 1 does not comply with the requirement of unity.

The inventions of claims indicated below are relevant to a main invention group.

Claims 1-14

Document 1: JP 2008-247038 A

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. C03B33/09 (2006.01) i, C03B33/07 (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. C03B33/09, C03B33/07

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 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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
X Y A	JP 2008-247038 A (株式会社レミ) 2008.10.16, 特許請求の範囲、実施例、図1, 11 (ファミリーなし)	1, 2, 10, 11, 13, 14 3-9, 15 12
Y	JP 2010-168252 A (日本電気硝子株式会社) 2010.08.05, 【0037】、【0077】 (ファミリーなし)	3, 4, 6, 7

☒ 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

0 6 . 0 1 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

1 7 . 0 1 . 2 0 1 2

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)

山崎 直也

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

4 T

3 2 3 4

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
Y	JP 2003-261344 A (日本板硝子株式会社) 2003. 09. 16, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	3, 4, 8, 9
Y	JP 2006-62958 A (三菱重工業株式会社) 2006. 03. 09, 【0072】 (ファミリーなし)	5
Y	JP 2007-261885 A (株式会社レミ) 2007. 10. 11, 特許請求の範囲、図1, 2, 6 & US 2007/0062921 A1	15

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求項1に係る発明は、下記の文献1に記載されているから、新規性が無く、特別な技術的特徴を有さず、事後的に単一性の要件を満たさない。

以下に示す請求項に係る発明が主発明である。

請求項1-14

文献1：JP 2008-247038 A

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。