

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6420648号
(P6420648)

(45) 発行日 平成30年11月7日(2018.11.7)

(24) 登録日 平成30年10月19日(2018.10.19)

(51) Int. Cl.	F I
C O 3 B 33/033 (2006.01)	C O 3 B 33/033
C O 3 B 33/09 (2006.01)	C O 3 B 33/09
C O 3 B 33/03 (2006.01)	C O 3 B 33/03
B 2 8 D 5/00 (2006.01)	B 2 8 D 5/00 Z

請求項の数 7 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2014-247306 (P2014-247306)	(73) 特許権者	000000974
(22) 出願日	平成26年12月5日 (2014.12.5)		川崎重工業株式会社
(65) 公開番号	特開2016-108186 (P2016-108186A)		兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号
(43) 公開日	平成28年6月20日 (2016.6.20)	(74) 代理人	110000556
審査請求日	平成29年10月4日 (2017.10.4)		特許業務法人 有古特許事務所
		(72) 発明者	大串 修己
			兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 川崎重工業株式会社 神戸工場内
		(72) 発明者	切通 隆則
			兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 川崎重工業株式会社 神戸工場内
		(72) 発明者	中澤 睦裕
			兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 川崎重工業株式会社 神戸工場内
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガラス板の割断装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1主面と第2主面とを有するガラス板を所定の割断計画線に沿って割断するための割断装置であって、

前記ガラス板の前記割断計画線に沿った或る領域を応力重畳領域とし、前記応力重畳領域において前記第1主面側の曲率よりも前記第2主面側の曲率が小さくなるように前記ガラス板を湾曲させた状態で、前記ガラス板を部分的に保持する第1保持手段と、

前記応力重畳領域の前記第2主面側に引張熱応力を発生させるように、前記応力重畳領域の前記第1主面を局所的に加熱する加熱手段又は前記応力重畳領域の前記第2主面を局所的に冷却する冷却手段と、

を備え、

前記第1保持手段が、前記第1主面と接触しながら回転する1以上のローラと、前記第2主面と接触しながら回転する1以上のローラとを有し、

前記第1主面と接触しながら回転する1以上のローラが、前記割断計画線を挟んで両側に振り分けて配置された一対のローラから成り、前記一対のローラ間に前記加熱手段又は当該加熱手段からの熱の供給路が設けられている、ガラス板の割断装置。

【請求項2】

前記応力重畳領域からクラックの進展方向へ離れた領域を応力反転領域とし、前記ガラス板を前記応力反転領域において前記第1主面側の曲率よりも前記第2主面側の曲率が大きくなるように湾曲させた状態で、前記ガラス板を部分的に保持する第2保持手段を、更

に備える請求項 1 に記載のガラス板の割断装置。

【請求項 3】

前記応力重畳領域が前記割断計画線に沿って前記ガラス板上を移動するように、前記ガラス板を搬送する搬送手段を、更に備える請求項 1 又は請求項 2 に記載のガラス板の割断装置。

【請求項 4】

前記加熱手段が、前記応力重畳領域の前記第 1 主面へ紫外線領域又は赤外線領域のレーザー光を照射するレーザー発振装置である、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載のガラス板の割断装置。

【請求項 5】

前記加熱手段が、スポットヒータである、請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載のガラス板の割断装置。

【請求項 6】

前記第 2 保持手段が、前記第 1 主面と接触しながら回転する 1 以上のローラと、前記第 2 主面と接触しながら回転する 1 以上のローラとにより構成されている、請求項 2 に記載のガラス板の割断装置。

【請求項 7】

前記加熱手段による前記ガラス板上の局所加熱範囲が、前記割断計画線に沿った長手方向と、当該長手方向と直交する短手方向とを有する、請求項 1 ~ 6 のいずれか一項に記載のガラス板の割断装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ガラス板（ガラスシート）を割断加工する装置及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、ガラス板を切断加工する際には、割断計画線に沿ってスクライブ線（切れ込み・浅い溝）を形成し（スクライピング）、そのスクライブ線に沿ってガラス板に機械的応力又は熱的応力を加えることによりガラス板を割るという方法が一般的に用いられている。

【0003】

特に LCD ガラスやカバーガラスなどの FPD（Flat Panel Display）の分野では、ガラス板の切断時に生じる削り屑や微細な欠け屑（カレット）等の塵によるガラス表面の汚染が無いことが望まれている。そこで、近年では、ガラス表面の汚染のより少ない、レーザー光を用いたガラス加工が普及しつつある。

【0004】

例えば、特許文献 1 には、ガラス板を湾曲した状態で固定台に吸着させて拘束し、ガラス板の凸部をレーザービームで局所加熱することにより加熱部分に圧縮応力を発生させ、直後に加熱部分を冷却媒体で冷却することにより引張応力を発生させて、この引張応力の作用によってガラス板のトリガークラックからクラックを進展させることが記載されている。

【0005】

また、例えば、特許文献 2 には、UV レーザー光を用いてガラス板に割断計画線に沿ったスクライブ線を形成し、そのスクライブ線に沿って炭酸ガスレーザー光でガラス板に熱歪を与えることにより、ガラス板を割断計画線に沿って割断することが記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2012 - 61681 号公報

【特許文献 2】特開平 5 - 32428 号公報

10

20

30

40

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

特許文献1の加工方法では、ガラス板を固定台に吸着させることと、ガラス板をレーザービームで局所加熱することと、その加熱部分を直後に冷却媒体で冷却することとが行われる。そのために、この加工方法を実現する装置には、吸着機構を備えた固定台、レーザー光発生装置、及び、冷却媒体を噴射する装置が必要となる。

【0008】

特許文献2に記載の加工方法では、ガラス板にスクライブ線を形成する工程と、ガラス板に熱応力を与える工程との複数の工程が行われることから、加工に時間を要する。また、ガラス板にスクライブ線を形成するには、ガラス成分を蒸発し飛散させるために十分なエネルギーを有するレーザー光が必要である。そのため、ガラス板に熱応力を与えるためのレーザー光発生装置と比較して、ガラス板にスクライブ線を形成するためのレーザー光発生装置は高価であり、これら双方のレーザー光発生装置を含む加工装置が高価となりがちである。

【0009】

本発明は以上の事情に鑑みてなされたものであり、ガラス板の切断装置及び方法であって、装置のコスト増大を抑制しつつ、ガラス表面の汚染の低減と加工工数の低減とを実現するもの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】

【0011】

また、本発明の一態様に係るガラス板の切断装置は、
第1主面と第2主面とを有するガラス板を所定の切断計画線に沿って切断するための切断装置であって、
前記ガラス板の前記切断計画線に沿った或る領域を応力重畳領域とし、前記応力重畳領域において前記第1主面側の曲率よりも前記第2主面側の曲率が小さくなるように前記ガラス板を湾曲させた状態で、前記ガラス板を部分的に保持する第1保持手段と、
前記応力重畳領域の前記第2主面側に引張熱応力を発生させるように、前記応力重畳領域の前記第1主面を局所的に加熱する加熱手段又は前記応力重畳領域の前記第2主面を局所的に冷却する冷却手段とを備え、
前記第1保持手段が、前記第1主面と接触しながら回転する1以上のローラと、前記第2主面と接触しながら回転する1以上のローラとを有し、
前記第1主面と接触しながら回転する1以上のローラが、前記切断計画線を挟んで両側に振り分けて配置された一对のローラから成り、前記一对のローラ間に前記加熱手段又は当該加熱手段からの熱の供給路が設けられていることを特徴としている。

【0012】

上記ガラス板の切断方法及びガラス板の切断装置では、ガラス板の応力重畳領域の第2主面側に生じた引張曲げ応力と引張熱応力とが重畳してガラス板の破壊応力に至り、ガラス板の起点疵からクラックが進展し、やがてガラス板が破断する。この方法及び装置によれば、切断計画線に沿ったガラス板10のスクライビングが不要であるので、スクライビングを行う場合と比較してガラス屑によるガラス表面の汚染の低減、及び、加工工数及び装置コストの低減を実現することができる。また、ガラス板の応力重畳領域の第2主面側に引張熱応力を発生させるために、応力重畳領域の第1主面の加熱及び応力重畳領域の第2主面の冷却のうち一方を行えば足りるので、加工工数及び装置コストの低減を図ることができる。また、この一对のローラ間に加熱手段からの熱の供給路が設けられているので、応力重畳領域において湾曲しているガラス板の頂点と局所的加热点とを近づける構成を容易に実現することができる。

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、装置のコスト増大を抑制しつつ、ガラス表面の汚染の低減と加工工数の低減とを実現するガラス板の割断方法及びガラス板の割断装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の一実施形態に係るガラス板の割断装置の概略構成を示す側面図である。

【図2】ガラス板の割断装置の概略構成を示す平面図である。

【図3】上流側ローラセットを示す図1におけるIII-III矢視図である。

【図4】上流側ローラセットの作用によりガラス板に生じる曲げ応力を説明するためのガラス板の断面図である。

10

【図5】下流側ローラセットを示す図1におけるV-V矢視図である。

【図6】下流側ローラセットの作用によりガラス板に生じる曲げ応力を説明するためのガラス板の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

次に、図面を参照して本発明の一実施形態を説明する。図1は本発明の一実施形態に係るガラス板10の割断装置1の概略構成を示す側面図、図2はガラス板10の割断装置1の概略構成を示す平面図である。図1及び図2に示すガラス板10の割断装置1は、仮想の割断計画線7に沿ってガラス板10を割断する装置である。割断計画線7は、直線及び曲線の一方又はその組合せであり、図2に例示された割断計画線7は曲線である。

20

【0016】

割断装置1により割断されるガラス板10は、2mm以下の薄板であって、後述するレーザー光が照射される第1主面10aと、第1主面10aと平行で且つ反対を向いた第2主面10bとを有する。本実施形態では、ガラス板10の2つの主面10a, 10bが鉛直方向を向いた状態で搬送方向91へ搬送されるため、第1主面10aが上面、第2主面10bが下面である。但し、ガラス板10は、第1主面10a及び第2主面10bの双方が水平方向を向くように搬送されてもよい。

【0017】

割断装置1は、ガラス板10の搬送方向91の上流側に配置された上流側ローラセット3(第1保持手段の一例)と、上流側ローラセット3の搬送方向91の下流側に配置された下流側ローラセット4(第2保持手段の一例)と、ガラス板10へレーザー光21を照射するレーザー光源2(加熱手段の一例)とを備えている。以下、割断装置1の各構成要素について詳細に説明する。

30

【0018】

まず、レーザー光源2について説明する。レーザー光源2は、ガラス板10の表面を局部的に加熱し、ガラス板10内に熱応力を発生させることのできる局所熱源である。レーザー光源2から発振されるレーザー光21は、ガラス材に対する吸収率が著しく高く、ガラス板10に照射されるとガラス板10の極表面で吸収される。このようなレーザー光21は、紫外線領域及び赤外線領域のレーザー光である。本実施形態に係るレーザー光21は、赤外線領域のレーザー光の一つである炭酸ガスレーザー光である。

40

【0019】

次に、上流側ローラセット3について説明する。図3は上流側ローラセット3を示す図1におけるIII-III矢視図であり、図4は上流側ローラセット3の作用によりガラス板10に生じる曲げ応力を説明するためのガラス板10の断面図である。図1~4に示すように、上流側ローラセット3は、平面視において搬送方向91と直交する水平方向であるローラ軸方向92に並んだ複数のローラ31, 32, 33, 34により構成されている。上流側ローラセット3の複数のローラには、一対の上ローラ31, 32と、一対の下ローラ33, 34とが含まれている。但し、上流側ローラセット3には他のローラが含まれていてもよい。

【0020】

50

一対の上ローラ 31, 32 は、同軸上に配置されており、同じローラ径を有している。本実施形態において、上ローラ 31, 32 は、ガラス板 10 を搬送方向 91 へ搬送する搬送手段として機能する。そのために、上ローラ 31, 32 は、図示されないモータ、減速機構、動力伝達機構などを含む駆動装置 35 により回転駆動される。そして、上ローラ 31, 32 がガラス板 10 の第 1 主面 10a と接触しながら回転することにより、ガラス板 10 が搬送方向 91 へ送り出される。

【0021】

一対の上ローラ 31, 32 はローラ軸方向 92 に離間して配置されており、これらの上ローラ 31, 32 の間（接触点 P_{31} , P_{32} の間）にローラ軸方向 92 の間隙 36 が存在している。平面視においてこの間隙 36 にレーザー光照射点 22 が位置しており、レーザー光源 2 から発振されたレーザー光 21 はこの間隙 36 を通過する。

10

【0022】

一対の下ローラ 33, 34 は、上ローラ 31, 32 をローラ軸方向 92 の両側から挟み込むように配置されている。これらの下ローラ 33, 34 は、同軸上に配置されており、同じローラ径を有している。下ローラ 33, 34 はガラス板 10 の第 2 主面 10b と接触しており、ガラス板 10 の移動に伴って回転する。

【0023】

上記構成の上流側ローラセット 3 は、図 4 に示すように、ガラス板 10 の応力重畳領域 A1 において第 1 主面 10a の曲率半径が第 2 主面 10b の曲率半径よりも小さくなるように、ガラス板 10 を応力重畳領域 A1 を頂点として湾曲させた状態で、ガラス板 10 を部分的に保持している。ここで、ガラス板 10 の応力重畳領域 A1 は、ガラス板 10 の割断計画線 7 に沿った一領域であり、応力重畳領域 A1 に割断計画線 7 の一部分が含まれている。

20

【0024】

より具体的には、上ローラ 31 は接触点 P_{31} でガラス板 10 の第 1 主面 10a と接触して、ガラス板 10 に板厚方向下向きの押圧力 F_{31} を付与している。同様に、上ローラ 32 は接触点 P_{32} でガラス板 10 の第 1 主面 10a と接触して、ガラス板 10 に下向きの押圧力 F_{32} を付与している。また、下ローラ 33 は接触点 P_{33} でガラス板 10 の第 2 主面 10b と接触して、ガラス板 10 に上向きの押圧力 F_{33} を付与している。同様に、下ローラ 34 は接触点 P_{34} でガラス板 10 の第 2 主面 10b と接触して、ガラス板 10 に上向きの押圧力 F_{34} を付与している。そして、これらの接触点 P_{31} , P_{32} , P_{33} , P_{34} は平面視においてローラ軸方向 92 の同一直線上に並んでおり、これらの接触点 P_{31} , P_{32} , P_{33} , P_{34} を含むガラス板 10 の断面は接触点 P_{31} , P_{32} の間を最下点として下向きに撓んだ曲線状となっている。なお、下ローラ 33, 34 の上下方向位置は調節可能であり、接触点 P_{31} , P_{32} , P_{33} , P_{34} を含むガラス板 10 の断面が下向きに撓むように接触点 P_{33} , P_{34} の位置が調節されている。

30

【0025】

上流側ローラセット 3 の作用により、ガラス板 10 は応力重畳領域 A1 を頂点として下側へ凸となるように湾曲しており、ガラス板 10 の応力重畳領域 A1 の第 1 主面 10a 側に圧縮曲げ応力が生じ、応力重畳領域 A1 の第 2 主面 10b 側に引張曲げ応力が生じている。

40

【0026】

続いて、下流側ローラセット 4 について説明する。図 5 は下流側ローラセット 4 を示す図 1 における IV - IV 矢視図であり、図 6 は下流側ローラセット 4 の作用によりガラス板 10 に生じる曲げ応力を説明するためのガラス板 10 の断面図である。図 1, 2, 5, 6 に示すように、下流側ローラセット 4 は、平面視において搬送方向 91 と直交する水平方向であるローラ軸方向 92 に並んだ複数のローラ 41, 42, 43, 44 により構成されている。下流側ローラセット 4 の複数のローラには、一対の下ローラ 41, 42 と、一対の上ローラ 43, 44 とが含まれている。但し、下流側ローラセット 4 には他のローラが含まれていてもよい。

50

【 0 0 2 7 】

一対の下ローラ 4 1 , 4 2 は、同軸上に配置されており、同じローラ径を有している。本実施形態において、上流側ローラセット 3 の上ローラ 3 1 と下流側ローラセット 4 の下ローラ 4 1 とが搬送方向 9 1 に並び、上流側ローラセット 3 の上ローラ 3 2 と下流側ローラセット 4 の下ローラ 4 2 とが搬送方向 9 1 に並ぶように、これらのローラが配置されている。更に、上流側ローラセット 3 の上ローラ 3 1 , 3 2 の回転軸（軸心）と下流側ローラセット 4 の下ローラ 4 1 , 4 2 の回転軸（軸心）との間は、搬送方向 9 1 へ距離 D_2 だけ離れている。

【 0 0 2 8 】

本実施形態において、下ローラ 4 1 , 4 2 は、ガラス板 1 0 を搬送方向 9 1 へ搬送する搬送手段として機能する。そのために、下ローラ 4 1 , 4 2 は、図示されないモータ、減速機構、動力伝達機構などを含む駆動装置 4 5 により回転駆動される。そして、下ローラ 4 1 , 4 2 がガラス板 1 0 の第 2 主面 1 0 b と接触しながら回転することにより、ガラス板 1 0 が搬送方向 9 1 へ送り出される。なお、本実施形態において、上流側ローラセット 3 の上ローラ 3 1 , 3 2 及び下流側ローラセット 4 の下ローラ 4 1 , 4 2 の両方が搬送ローラとして機能し、ガラス板 1 0 が搬送方向 9 1 へ 200 ~ 300mm / 秒の速さで移動するように、これらの搬送ローラが同期して回転する。但し、上流側ローラセット 3 及び下流側ローラセット 4 のいずれか一方の内側ローラが搬送ローラとして機能するように構成されていてもよい。

【 0 0 2 9 】

一対の上ローラ 4 3 , 4 4 は、一対の下ローラ 4 1 , 4 2 をローラ軸方向 9 2 の両側から挟み込むように配置されている。上ローラ 4 3 , 4 4 は、同軸上に配置されており、同じローラ径を有している。上ローラ 4 3 , 4 4 はガラス板 1 0 の第 1 主面 1 0 a と接触しており、ガラス板 1 0 の移動に伴って回転する。本実施形態において、上流側ローラセット 3 の下ローラ 3 3 と下流側ローラセット 4 の上ローラ 4 3 とが搬送方向 9 1 に並び、上流側ローラセット 3 の下ローラ 3 4 と下流側ローラセット 4 の上ローラ 4 4 とが搬送方向 9 1 に並ぶように、これらのローラが配置されている。

【 0 0 3 0 】

下流側ローラセット 4 は、図 6 に示すように、ガラス板 1 0 の応力反転領域 A 2 において第 1 主面 1 0 a の曲率半径が第 2 主面 1 0 b の曲率半径よりも大きくなるように、ガラス板 1 0 を応力反転領域 A 2 を頂点として湾曲させた状態で、ガラス板 1 0 を部分的に保持している。ここで、ガラス板 1 0 の応力反転領域 A 2 は、ガラス板 1 0 の応力重畳領域 A 1 からクラックの進展方向へ離れた一領域である。なお、割断計画線 7 に曲率半径の小さな曲線が含まれるような場合には、応力反転領域 A 2 は割断計画線 7 に沿っていないこともある。

【 0 0 3 1 】

より具体的には、下ローラ 4 1 は接触点 P_{41} でガラス板 1 0 の第 2 主面 1 0 b と接触して、ガラス板 1 0 に上向きの押圧力 F_{41} を付与している。同様に、下ローラ 4 2 は接触点 P_{42} でガラス板 1 0 の第 2 主面 1 0 b と接触して、ガラス板 1 0 に上向きの押圧力 F_{42} を付与している。また、上ローラ 4 3 は接触点 P_{43} でガラス板 1 0 の第 1 主面 1 0 a と接触して、ガラス板 1 0 に下向きの押圧力 F_{43} を付与している。同様に、上ローラ 4 4 は接触点 P_{44} でガラス板 1 0 の第 1 主面 1 0 a と接触して、ガラス板 1 0 に下向きの押圧力 F_{44} を付与している。そして、これらの接触点 P_{41} , P_{42} , P_{43} , P_{44} は平面視においてローラ軸方向 9 2 の同一直線上に並んでおり、これらの接触点 P_{31} , P_{32} , P_{33} , P_{34} を含むガラス板 1 0 の断面は接触点 P_{41} , P_{42} の間を最上点として上向きに撓んだ曲線状となっている。なお、上ローラ 4 3 , 4 4 の上下方向位置は調節可能であり、接触点 P_{41} , P_{42} , P_{43} , P_{44} を含むガラス板 1 0 の断面が上向きに撓むように接触点 P_{43} , P_{44} の位置が調節されている。

【 0 0 3 2 】

下流側ローラセット 4 の作用により、ガラス板 1 0 は応力反転領域 A 2 を頂点として上

10

20

30

40

50

側へ凸となるように湾曲し、ガラス板 10 の応力反転領域 A 2 の第 1 主面 10 a 側に引張曲げ応力が生じ、応力反転領域 A 2 の第 2 主面 10 b 側に圧縮曲げ応力が生じている。つまり、応力重畳領域 A 1 と応力反転領域 A 2 とでは、引張曲げ応力が生じている側と圧縮曲げ応力が生じている側とが、第 1 主面 10 a 側と第 2 主面 10 b 側とで逆になっている。

【0033】

ここで、上記構成の切断装置 1 によるガラス板 10 の切断加工について説明する。

【0034】

まず、ガラス板 10 の切断加工を開始するに際し、図 2 に示すように、ガラス板 10 の割れが初生される端面 10 c の第 2 主面 10 b 側（即ち、応力重畳領域 A 1 において引張曲げ応力が生じる側の主面）に、点状又は短線分状の起点疵（スクライプ）71 が形成される。起点疵 71 は、例えば、ガラス板 10 の端面 10 c の第 2 主面 10 b 側に形成された 1 ~ 2 mm 程度の刻み線、切欠きなどであってよい。起点疵 71 は、レーザー光、切削工具などを用いてガラス板 10 に加工することができる。

10

【0035】

次に、ガラス板 10 を下流側ローラセット 4 の上ローラ 43, 44 と下ローラ 41, 42 との上下間に導入して搬送ローラである上流側ローラセット 3 の上ローラ 31, 32 と下流側ローラセット 4 の下ローラ 41, 42 とを回転駆動させる。これらの搬送ローラは同期してガラス板 10 を搬送方向 91 へ搬送させる方向へ回転する。すると、ガラス板 10 の端面 10 c は搬送方向 91 へ移動して上流側ローラセット 3 の上ローラ 31, 32 と下ローラ 33, 34 との上下間に案内される。ここで、切断計画線 7 が接触点 P_{31} と接触点 P_{32} との間（即ち、上ローラ 31, 32 の間）のレーザー光照射点 22 を通るように、ガラス板 10 が案内される。

20

【0036】

上記のように、ガラス板 10 に上流側ローラセット 3 と下流側ローラセット 4 との双方を作用させることによって、図 1 及び図 4 に示すように、ガラス板 10 の応力重畳領域 A 1 では第 1 主面 10 a 側に圧縮曲げ応力が生じ第 2 主面 10 b 側に引張曲げ応力が生じている。また、図 1 及び図 6 に示すように、ガラス板 10 の応力反転領域 A 2 では第 1 主面 10 a 側に引張曲げ応力が生じ第 2 主面 10 b 側に圧縮曲げ応力が生じている。

【0037】

続いて、上記のような応力状態のガラス板 10 に、レーザー光 21 が照射される。レーザー光照射点 22 は、ガラス板 10 の応力重畳領域 A 1 の第 1 主面 10 a 側、つまり、圧縮曲げ応力が生じている側の表面である。本実施形態においては、上流側ローラセット 3 の一對の上ローラ 31, 32 間よりも、ガラス板 10 の搬送方向 91 上流側へ距離 D1 だけ離れた位置に、レーザー光照射点 22 が位置している。つまり、レーザー光照射点 22 は、応力重畳領域 A 1 であって、上流側ローラセット 3 の作用によりガラス板 10 の第 1 主面 10 a 側に圧縮曲げ応力が生じ且つ第 2 主面 10 b 側に引張曲げ応力が生じている範囲内であればよい。なお、レーザー光 21 は、レーザー光照射点 22 で集束する集束レーザー光であることが望ましく、レーザー光照射点 22 で集束しているレーザー光 21 の断面形状が切断計画線 7（即ち、ガラス板 10 の搬送方向 91）に沿って長い楕円形状であることが更に望ましい。つまり、レーザー光源 2（加熱手段）によるガラス板 10 上の局所加熱範囲が、切断計画線 7 に沿った長手方向と、当該長手方向と直交する短手方向とを有することが望ましい。

30

40

【0038】

ガラス板 10 に照射されたレーザー光 21 がガラス板 10 の第 1 主面 10 a で吸収されることにより、第 1 主面 10 a が局所的に加熱される。これにより、ガラス板 10 の第 1 主面 10 a と第 2 主面 10 b との間に大きな温度勾配（温度差）が形成される。ガラス板 10 の応力重畳領域 A 1 は、一對の上ローラ 31, 32 によって殆ど拘束された状態にあることから、応力重畳領域 A 1 の第 1 主面 10 a には、熱膨張による圧縮熱応力が発生し、応力重畳領域 A 1 の第 2 主面 10 b には、熱膨張の反力による引張熱応力が発生する。

50

【 0 0 3 9 】

やがて、ガラス板 1 0 の応力重畳領域 A 1 において第 2 主面 1 0 b 側で生じた引張曲げ応力と引張熱応力とが重畳されて破壊応力に達すると、第 2 主面 1 0 b に形成された起点疵 7 1 からクラックが割断計画線 7 に沿って進行する。つまり、ガラス板 1 0 は、レーザー光 2 1 での加熱による表裏の温度差から生じる熱応力と、上流側ローラセット 3 によりガラス板 1 0 に加えられた曲げ力による応力とが重畳されて脆性破壊応力に達し、クラックが生じる。なお、ガラス板 1 0 に起点疵 7 1 を予め刻んでおくことにより、クラックの起点を制御することができ、また、起点疵 7 1 に応力集中が発生するのでより小さな応力でクラックを進行させることができる。

【 0 0 4 0 】

ガラス板 1 0 の応力重畳領域 A 1 に生じたクラックの進展方向には応力反転領域 A 2 が存在している。この応力反転領域 A 2 では応力重畳領域 A 1 と逆の応力、即ち、ガラス板 1 0 の第 1 主面 1 0 a 側に引張曲げ応力が生じ第 2 主面 1 0 b 側に圧縮曲げ応力が生じていることから、ガラス板 1 0 に生じたクラックの進展は、応力重畳領域 A 1 から応力反転領域 A 2 までの間で止まる。

【 0 0 4 1 】

そして、応力重畳領域 A 1 が割断計画線 7 に沿ってガラス板 1 0 上を移動するように、ガラス板 1 0 が搬送されると、割断計画線 7 に沿ってクラックを進展させることができ、その結果、ガラス板 1 0 を割断計画線 7 に沿って割断することができる。

【 0 0 4 2 】

以上説明した通り、本実施形態に係るガラス板 1 0 の割断方法では、ガラス板 1 0 の第 2 主面 1 0 b に割断計画線 7 の起点疵 7 1 を形成することと、ガラス板 1 0 の応力重畳領域 A 1 において第 1 主面 1 0 a 側の曲率よりも第 2 主面 1 0 b 側の曲率が小さくなるようにガラス板 1 0 を湾曲させることにより、応力重畳領域 A 1 の第 1 主面 1 0 a 側に圧縮曲げ応力を発生させるとともに第 2 主面 1 0 b 側に引張曲げ応力を発生させることと、応力重畳領域 A 1 の第 1 主面 1 0 a 側を局所的に加熱することにより、応力重畳領域 A 1 の第 2 主面 1 0 b 側に引張熱応力を発生させることと、を含んでいる。ここで、ガラス板 1 0 の応力重畳領域 A 1 は、ガラス板 1 0 の割断計画線 7 に沿った或る一領域である。

【 0 0 4 3 】

また、本実施形態に係るガラス板 1 0 の割断装置 1 は、応力重畳領域 A 1 において第 1 主面 1 0 a 側の曲率よりも第 2 主面 1 0 b 側の曲率が小さくなるようにガラス板 1 0 を湾曲させた状態で、ガラス板 1 0 を部分的に保持する上流側ローラセット 3 (第 1 保持手段の一例)と、応力重畳領域 A 1 の第 2 主面 1 0 b 側に引張熱応力を発生させるように、応力重畳領域 A 1 の第 1 主面 1 0 a を局所的に加熱するレーザー光源 2 (加熱手段の一例)とを備えている。

【 0 0 4 4 】

上記ガラス板 1 0 の割断方法及び割断装置 1 によれば、ガラス板 1 0 の応力重畳領域 A 1 の第 2 主面 1 0 b 側に生じた引張曲げ応力と引張熱応力とが重畳してガラス板 1 0 の破壊応力に至り、ガラス板 1 0 の起点疵 7 1 からクラックが進展し、やがてガラス板 1 0 が破断する。この方法及び装置では、従来のガラス板 1 0 を割断する際に行われるスクライピング工程 (即ち、割断計画線 7 に沿ったスクライブ線の形成工程) を省略することができる。そのため、スクライピング装置が不要となり、割断装置 1 のコストの増大を抑制することができる。また、スクライブ線形成時に生じるガラス屑によるガラス表面の汚染を抑えることができ、ガラス屑を洗浄により取り除くための洗浄装置が不要となる。さらに、ガラス板 1 0 の破面は非常に平滑であって欠けなどが無いため、高強度であって面取りが不要なガラス加工品が得られる。

【 0 0 4 5 】

また、上記方法及び装置によれば、ガラス板 1 0 の応力重畳領域 A 1 の第 2 主面 1 0 b 側に引張熱応力を発生させるために、応力重畳領域 A 1 の第 1 主面 1 0 a を加熱するだけで足りるので、加工工数及び装置コストの低減を図ることができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 6 】

また、本実施形態に係るガラス板 1 0 の割断方法では、更に、ガラス板 1 0 の応力反転領域 A 2 の第 1 主面 1 0 a 側に引張曲げ応力を発生させるとともに第 2 主面 1 0 b 側に圧縮曲げ応力を発生させる。ここで、ガラス板 1 0 の応力反転領域 A 2 は、応力重畳領域 A 1 からクラックの進展方向へ離れた領域である。

【 0 0 4 7 】

同様に、本実施形態に係るガラス板 1 0 の割断装置 1 では、ガラス板 1 0 を応力反転領域 A 2 において第 1 主面 1 0 a 側の曲率よりも第 2 主面 1 0 b 側の曲率が大きくなるように湾曲させた状態で、ガラス板 1 0 を部分的に保持する下流側ローラセット 4 (第 2 保持手段) を、更に備えている。

10

【 0 0 4 8 】

上記方法及び装置によれば、ガラス板 1 0 に生じたクラックの進展方向に応力反転領域 A 2 が存在している。この応力反転領域 A 2 では応力重畳領域 A 1 と逆の応力、即ち、ガラス板 1 0 の第 1 主面 1 0 a 側に引張曲げ応力が生じ且つ第 2 主面 1 0 b 側に圧縮曲げ応力が生じている。このような応力状態により、ガラス板 1 0 に生じたクラックの進展は、応力重畳領域 A 1 から応力反転領域 A 2 までの間で止まる。したがって、応力重畳領域 A 1 から生成したクラック(亀裂)の進展の方向や程度(速度)を制御することが可能である。割断計画線 7 の形状が曲線のような場合にも、この割断計画線 7 から離れた方向への割れ(クラック)が入りにくいため、曲線を含む複雑な形状の切断が可能であり、歩留まりもよい。このように、クラックの進展を制御できるので、曲線を含む複雑な形状の割断計画線 7 に沿ってガラス板 1 0 を割断することができる。なお、特許文献 1 に記載の技術では、曲げひずみ発生領域が広く且つ熱応力を点で与えるために、クラックを割断計画線に沿って進展させたり、その進展の程度(速度)を制御したりすることは困難である。

20

【 0 0 4 9 】

また、本実施形態に係るガラス板 1 0 の割断方法では、応力重畳領域 A 1 が割断計画線 7 に沿って移動するようにガラス板 1 0 を搬送することを、更に含んでいる。同様に、本実施形態に係るガラス板 1 0 の割断装置 1 では、応力重畳領域 A 1 が割断計画線 7 に沿ってガラス板 1 0 上を移動するように、ガラス板 1 0 を搬送する上流側ローラセット 3 及び下流側ローラセット 4 (搬送手段の一例) を、更に備えている。

【 0 0 5 0 】

上記方法及び装置によれば、所望の割断計画線 7 に沿ってクラックを進展させて、ガラス板 1 0 を割断計画線 7 に沿って割断することができる。

30

【 0 0 5 1 】

また、本実施形態に係るガラス板 1 0 の割断装置 1 においては、応力重畳領域 A 1 の第 1 主面 1 0 a を加熱する手段として、応力重畳領域 A 1 の第 1 主面 1 0 a へ紫外線領域又は赤外線領域のレーザー光を照射するレーザー発振装置(レーザー光源 2) を備えている。このようなレーザー発振装置としては、従来の割断装置にレーザー光源として使用されている炭酸ガスレーザー発振装置を用いることができる。炭酸ガスレーザー発振装置は、スクライピング加工に用いられるレーザー光源と比較して低出力であるので、割断装置 1 のコストの増大を抑制することができる。

40

【 0 0 5 2 】

また、本実施形態に係るガラス板 1 0 の割断装置 1 においては、ガラス板 1 0 の第 1 主面 1 0 a と接触しながら回転する 1 以上のローラ(上ローラ 3 1, 3 2) と、第 2 主面 1 0 b と接触しながら回転する 1 以上のローラ(下ローラ 3 3, 3 4) とによって、ガラス板 1 0 の応力重畳領域 A 1 を湾曲させた状態でガラス板 1 0 を部分的に保持する第 1 保持手段が構成されている。同様に、実施形態に係るガラス板 1 0 の割断装置 1 においては、第 1 主面 1 0 a と接触しながら回転する 1 以上のローラ(上ローラ 4 3, 4 4) と、第 2 主面 1 0 b と接触しながら回転する 1 以上のローラ(下ローラ 4 1, 4 2) とにより、ガラス板 1 0 の応力反転領域 A 2 を湾曲させた状態でガラス板 1 0 を部分的に保持する第 2 保持手段が構成されている。

50

【 0 0 5 3 】

上記装置によれば、ガラス板 10 の移動が阻害されることなく、ガラス板 10 に所定の応力状態を発生させた状態で当該ガラス板 10 を保持することができる。

【 0 0 5 4 】

また、応力重畳領域 A 1 において、第 1 主面 10 a と接触しながら回転する 1 以上のローラは、割断計画線 7 を挟んで両側に振り分けて配置された一对のローラ（上ローラ 31, 32）から成り、この一对のローラ（上ローラ 31, 32）間に加熱手段の一例であるレーザー光源 2 からのレーザー光（熱）の供給路が設けられている。これにより、応力重畳領域 A 1 において湾曲しているガラス板 10 の頂点とレーザー光照射点 22 とを近づける構成を容易に実現することができる。

10

【 0 0 5 5 】

以上に本発明の好適な実施形態を説明したが、上記の構成は例えば以下のように変更することができる。

【 0 0 5 6 】

上記実施形態では、ガラス板 10 の応力重畳領域 A 1 の第 2 主面 10 b 側に引張熱応力を発生させるために、レーザー光 21 により応力重畳領域 A 1 の第 1 主面 10 a の表面を局所的に加熱している。但し、ガラス板 10 の応力重畳領域 A 1 の第 2 主面 10 b 側に引張熱応力を発生させる手法は、上記実施形態に係る手法に限定されない。

【 0 0 5 7 】

例えば、応力重畳領域 A 1 の第 1 主面 10 a の表面を局所的に加熱する加熱手段として、スポットヒータが用いられてもよい。この場合、スポットヒータとガラス板 10 とは接触しても接触しなくても構わない。また、加熱手段として、発熱ローラが用いられてもよい。これらの加熱手段を用いる場合には、上流側ローラセット 3 の上ローラ 31, 32 の間に、加熱手段が設けられていてもよい。なお、これらの加熱手段によるガラス板 10 上の局所加熱範囲は、割断計画線 7 に沿った長手方向と、当該長手方向と直交する短手方向とを有していることが望ましい。

20

【 0 0 5 8 】

例えば、ガラス板 10 の応力重畳領域 A 1 の第 2 主面 10 b の表面を局所的に冷却して、ガラス板 10 の応力重畳領域 A 1 の第 1 主面 10 a と第 2 主面 10 b との間に温度差（温度勾配）を生じさせることにより、応力重畳領域 A 1 の第 2 主面 10 b 側に引張熱応力を発生させてもよい。この場合、ガラス板 10 の応力重畳領域 A 1 の第 2 主面 10 b の表面を局所的に冷却するために、液体窒素などの極低温ガスを貯えた冷熱源と、極低温ガスを応力重畳領域 A 1 の第 2 主面 10 b へ吹き付けるノズルとを、冷却手段としてレーザー光源 2 に代えて割断装置 1 に備えればよい。

30

【 0 0 5 9 】

また、上記実施形態では、ガラス板 10 の保持手段である上流側ローラセット 3 及び下流側ローラセット 4 の一部のローラを搬送手段として利用しているが、上流側ローラセット 3 及び下流側ローラセット 4 の他に搬送用ローラを別途備えてもよい。

【 0 0 6 0 】

また、上記実施形態では、ガラス板 10 の保持手段が全てローラで構成されている。これにより、ガラス板 10 の移動を阻害することなく、ガラス板 10 を第 1 主面 10 a 側又は第 2 主面 10 b 側へ湾曲した状態にガラス板 10 を部分的に保持することができるという利点がある。但し、ガラス板 10 の保持手段が全てローラで構成されることには限定されず、一部のローラに代えてガラス板 10 との摩擦係数の小さい表面を有するブロックなどが用いられてもよい。

40

【 符号の説明 】

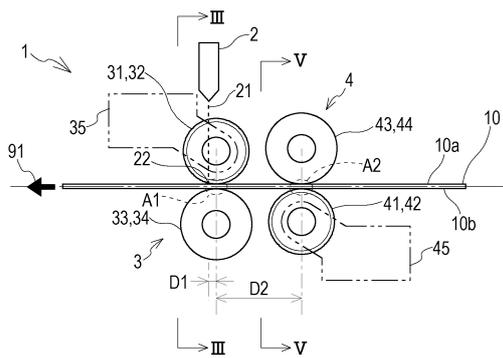
【 0 0 6 1 】

- A 1 応力重畳領域
- A 2 応力反転領域
- 1 割断装置

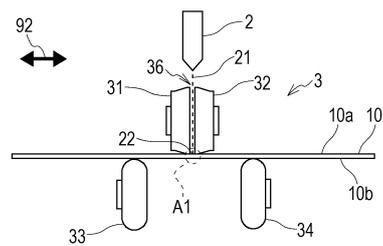
50

- 2 レーザー光源 (加熱手段の一例)
- 3 上流側ローラセット (第1保持手段の一例)
 - 31, 32 上ローラ
 - 33, 34 下ローラ
- 4 下流側ローラセット (第2保持手段の一例)
 - 41, 42 下ローラ
 - 43, 44 上ローラ
- 7 切断計画線
- 71 起点疵
- 10 ガラス板
 - 10a 第1主面
 - 10b 第2主面
- 91 搬送方向
- 92 ローラ軸方向

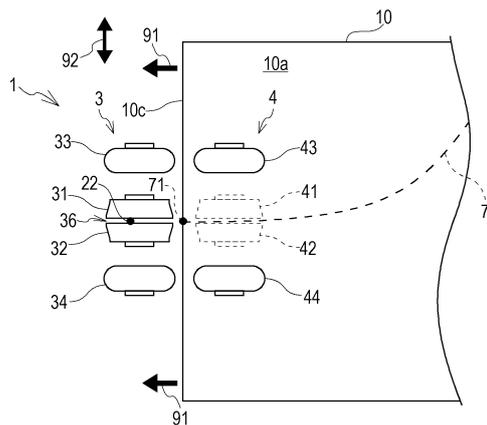
【図1】



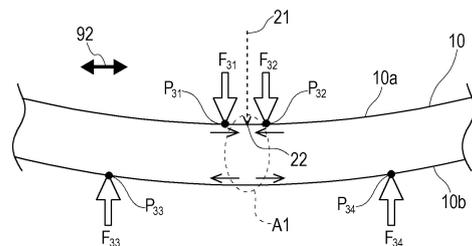
【図3】



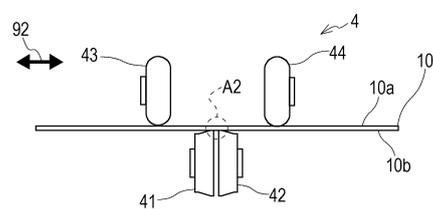
【図2】



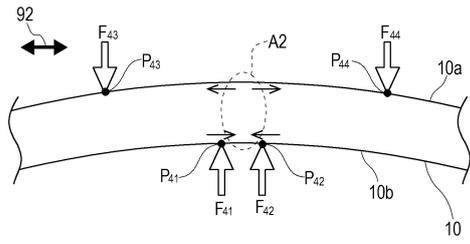
【図4】



【図5】



【 図 6 】



フロントページの続き

(72)発明者 辻田 京史

兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 川崎重工業株式会社 神戸工場内

審査官 吉川 潤

(56)参考文献 特開2010-229005(JP,A)
特公昭49-025171(JP,B1)
特開平08-175837(JP,A)
特開2012-045830(JP,A)
特開2012-061681(JP,A)
特開平10-071483(JP,A)
特表2009-522129(JP,A)
国際公開第2007/142264(WO,A1)
特開2006-199553(JP,A)
特開2005-262727(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C03B 33/02 - 33/033
C03B 33/09
B28D 1/00 - 7/04
B23K 26/00 - 26/70