

(19)日本国特許庁(JP)

## (12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7087817号  
(P7087817)

(45)発行日 令和4年6月21日(2022.6.21)

(24)登録日 令和4年6月13日(2022.6.13)

(51)国際特許分類		F I			
C 0 3 B	33/02	(2006.01)	C 0 3 B	33/02	
B 2 8 D	5/00	(2006.01)	B 2 8 D	5/00	Z
B 2 8 D	1/22	(2006.01)	B 2 8 D	1/22	

請求項の数 9 (全14頁)

(21)出願番号	特願2018-154618(P2018-154618)	(73)特許権者	000000044 A G C 株式会社 東京都千代田区丸の内一丁目 5 番 1 号
(22)出願日	平成30年8月21日(2018.8.21)	(74)代理人	100152984 弁理士 伊東 秀明
(65)公開番号	特開2020-29377(P2020-29377A)	(74)代理人	100168985 弁理士 蜂谷 浩久
(43)公開日	令和2年2月27日(2020.2.27)	(72)発明者	小野 丈彰 東京都千代田区丸の内一丁目 5 番 1 号 A G C 株式会社内
審査請求日	令和3年2月9日(2021.2.9)	(72)発明者	齋藤 勲 東京都千代田区丸の内一丁目 5 番 1 号 A G C 株式会社内
		審査官	須藤 英輝

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 カバーガラスの切断方法

## (57)【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ガラス板を切断する切断方法であって、  
前記切断方法は、  
スクライピングによって切り線を形成する工程と、  
くり抜き切断する工程と、  
前記切り線に沿って応力切断する工程と、を有し、  
前記ガラス板は、曲面を有するガラス板である、  
ガラス板の切断方法。

## 【請求項 2】

前記くり抜き切断は点加工である、請求項 1 に記載のガラス板の切断方法。

## 【請求項 3】

前記スクライピングはカッターホイール、ダイヤモンドチップ、パルスレーザー、熱応力のいずれかで行う、請求項 1 に記載のガラス板の切断方法。

## 【請求項 4】

前記くり抜き切断は高速スピンドルを電気または圧縮空気で駆動した砥石で行う、請求項 1 に記載のガラス板の切断方法。

## 【請求項 5】

前記くり抜き切断は高圧水、溶断、パルスレーザーのいずれかによって行う、請求項 1 に記載のガラス板の切断方法。

## 【請求項 6】

前記応力切断は、曲げ応力、または熱応力を加えて行う、請求項 1 に記載のガラス板の切断方法。

## 【請求項 7】

前記スクライビングと前記くり抜き切断は同一の装置によって行われる、請求項 1 に記載のガラス板の切断方法。

## 【請求項 8】

前記曲面を有するガラス板は単曲、あるいは複曲である曲面を有する請求項 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】

前記ガラス板の切断時に生じるチップングの大きさが 0.01 ~ 0.4 mm の範囲である、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。

10

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

本発明はガラス板の切断方法に関し、スクライビング、くり抜き切断、応力切断の 3 工程によってガラス板を切断する切断方法に関する。

## 【背景技術】

## 【0002】

情報量が増大する中で高機能ディスプレイのニーズが高まっており、携帯電話機向け、携帯タブレット向け、車載ディスプレイ向け等に平坦な主面を有するカバーガラスが多く開発されている。一方で、昨今ではインカーブのような複雑な形状を有するカバーガラスや、曲面を有するカバーガラスの需要が高まっており、平常の平板ガラスと同等の精度で該ガラス板を切断する高度な加工技術が求められている。そして、その加工精度のみでなく、加工速度の向上も求められている。

20

## 【0003】

平板ガラスを切断する場合に、スクライビングを用いて切り線を形成し、折り割る方法が知られている。しかし、曲面を有するガラス板（以下曲面ガラス）は、スクライビング後に応力を加えて折り割ると、折り割るガラス片と該ガラス板との間でガラスの接触が生じるため、ガラスを折り割りすることができない。

30

また、平板ガラスであってもインカーブのような複雑な形状のガラス板を切り出す場合、特にガラス板端面に対してガラス板を鋭角に切り出す場合は、ガラス板に破断の起点となるクラックが生じるため、スクライビングを利用できないという問題があった。

## 【0004】

曲面ガラスを切断する場合は砥石によってくり抜き切断することが主流である。また、曲面ガラスを切断する場合、平板ガラスと同じように砥石を用いてくり抜き切断するとチップングが出やすく、高い精度で加工することが困難であった。また、加工速度向上のために砥石の送り速度を上げると、チップングの大きさが大きくなり、歩留まりが悪化するといった問題が生じていた。

## 【0005】

従って、加工対象が曲面ガラスである場合、また平板ガラスであっても切り出すガラスがインカーブのような複雑な形状を有する場合に、従来の平板ガラスの切断時と同等の精度で、加工速度に優れたガラス板を切断する切断方法が求められている。

40

## 【先行技術文献】

## 【特許文献】

## 【0006】

【文献】特開 2003 - 277088

特表 2017 - 526603

特開 2017 - 132684

## 【発明の概要】

50

**【発明が解決しようとする課題】****【0007】**

高精度、かつ高速に曲面ガラスを切断する場合、または平板ガラスからインカーブのような複雑な形状のガラス板を切り出す場合は、平板ガラスと同等にガラス板を加工できる条件を整える必要がある。

**【0008】**

特許文献1は、円盤型ブレードによって平板ガラスに少なくとも一本の切り込みを入れ、切り込み端部と薄板ガラスの側縁又は切り込み端部同士を結んでガラスカッターで切り線を引き、前記切り込みと切り線で囲われた部分を折り割りするガラスの切断方法を開示する。しかし、ガラス板に円盤型ブレードによって切り込みを入れる場合、直線状の切り込みしか作製できないため、切り欠きのコーナーを直角にする場合は有効だが、複雑な形状の加工には適さない。また、特許文献1は厚さ3mmのガラス板にコアドリルによって孔を空ける工程を開示するが、厚さ2mmのガラス板にはコアドリルを使用することなく、ホイールブレード又は砥石で切削することを開示する。

10

**【0009】**

特許文献2は、切削工具を用いてガラスの表面に切断線をけがく工程、切断線と一致させて反対面に局所支持手段を適用する切り出し工程、を含み、局所支持手段を反対面上で移動させ、切断線の長さに適用することを含む方法によって、ガラス板から複雑な形状を切り出すことを特徴とするガラスの切断方法を開示する。しかし、特許文献2に記載の方法は曲面ガラスを加工対象としておらず、また切り込み線の反対面で押圧手段を用いるため、裏面からガラスを固定する治具が必要である。

20

**【0010】**

特許文献3は、曲面ガラスにカッターを押し当て、カッターツールとガラス板を相対移動してガラス板に切り線を形成する曲面ガラス加工装置の構造を開示する。しかし、特許文献3ではカッターツールを用いた切り線の形成後、応力切断を行う工程を開示するのみで、砥石によるくり抜き切断とスクライピングの両工程によって曲面ガラスを切断する切断方法を開示していない。

**【0011】**

上記特許文献1、2は、曲面ガラスを加工対象として想定していない。またその加工方法もスクライピング、くり抜き切断、応力切断の3工程を用いていない。また、特許文献3はスクライピングを用いて曲げガラスを切断する場合を開示するが、インカーブのように複雑な形状のガラス板を切り出す場合は、スクライピングのみによる切断は折り割る工程が煩雑となり、現実的に困難である。

30

**【課題を解決するための手段】****【0012】**

本発明は、スクライピング、くり抜き切断、応力切断の3工程を用いることで、高い精度かつ高速にガラス板を切断する方法を提供する。本発明は、特に曲面ガラスを切断する場合や、平板ガラスからインカーブのような複雑な形状を切り出す場合に、加工精度および加工速度に優れたガラス板の切断方法を提供する。

**【0013】**

すなわち、本発明は下記の通りである。

1. ガラス板を切断する切断方法であって、

前記切断方法は、

スクライピングによって切り線を形成する工程と、

くり抜き切断する工程と、

前記切り線に沿って応力切断する工程と、を有することを特徴とする、

ガラス板の切断方法。

2. 前記くり抜き切断は、点加工である、前記1に記載のガラス板の切断方法。

3. 前記スクライピングはカッターホイール、ダイヤモンドチップ、パルスレーザー、または熱応力のいずれかで行う、前記1に記載のガラス板の切断方法。

40

50

4. 前記くり抜き切断工程は高速スピンドルを電気または圧縮空気で駆動した砥石で行う、前記1に記載のガラス板の切断方法。

5. 前記くり抜き切断は高圧水、溶断、またはパルスレーザーのいずれかによって行う、前記1に記載のガラス板の切断方法。

6. 前記応力切断は、曲げ応力、または熱応力を加えて行う、前記1に記載のガラス板の切断方法。

7. 前記スクライピングと前記くり抜き切断工程は同一の装置によって行われる、前記1に記載のガラス板の切断方法。

8. 前記ガラス板は、曲面を有するガラス板である、前記1～7のいずれか1に記載のガラス板の切断方法。

10

9. 前記曲面を有するガラス板は単曲、または複曲である曲面を有する前記8のいずれか1に記載のガラス板の切断方法。

10. ガラス板切断装置によって切断されたガラス板であって、前記ガラス板は曲面を有するガラス板であり、切断時に生じたチップングの大きさが0.01～0.4mmの範囲である、ガラス板。

【発明の効果】

【0014】

本発明によれば、ガラス板のくり抜き切断を行うことによって、スクライピング後にガラス板を折り割りするために必要な一定の隙間が自由曲線で形成される。従って、ガラス片と該ガラス板の間でガラスの接触が生じないために、単曲または複曲といった曲面を有するガラス板であっても、高い精度で、かつ高速にガラス板を切断できる。さらに、インカーブのような複雑な形状のガラス板を切り出す場合も、スクライピングを取り入れることによって、くり抜き切断工程の工程距離が短くなり、スループットが向上するほか、チップングも少なくなり、応力切断において鏡面に近い端面を得ることができる。

20

【0015】

上述のくり抜き切断は、砥石等によって貫通加工する工程も含む（以下点加工）。点加工によって形成される隙間も、くり抜き切断によって形成される隙間と同様、ガラス板と折り割りされるガラス片との接触を防ぐ効果を奏する。そして、点加工によって隙間を形成した後、スクライピングによって隙間をつなぐように切り線を形成して折り割ることで、スループットの向上、チップングの減少といった効果を奏する。

30

【0016】

また、高速スピンドルを使用して回転数を上げることで、砥石によるガラス板の切断時に生じるチップングの大きさも小さくなるため、スクライピングから応力切断に至る一連の工程に合わせることで更なる加工精度と加工速度の向上が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1】本発明によって切断したガラス板の一実施形態を示す平面図である。

【図2】本発明に用いるガラス板切断装置を説明するための図である。

【図3】本発明によってガラス板を切断する手順を示した本発明のフローチャートである。

【図4】図4(A)は従来技術によってガラス板を切断する手順を示した図であり、図4(B)は本発明を用いてガラス板を切断する手順を示した図であり、図4(C)は本発明を用いてガラス板を切断する手順を示した図である。

40

【図5】ガラス板とカッターツールの位置関係を示す説明図である。

【図6】図6(A)はガラス板と砥石の位置関係を示す説明図であり、図6(B)はガラス板を砥石によってくり抜き切断する際の隙間dを示す説明図である。

【図7】応力切断でガラス板を折り割る工程を示す説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

以下の用語の定義は本明細書および特許請求の範囲にわたって適用される。

「平面」とは、平均曲率半径が100000mm以上である部分を意味する。

50

「曲面」とは、平均曲率半径が100000mm未満である部分を意味する。

「点加工」とは、砥石などを用いてガラス板を貫通加工する加工方法を意味する。

#### 【0019】

以下、本発明のガラス板の切断方法について、図を参照して説明する。

##### <ガラス板>

図1は、本発明によって切断された曲面ガラス10の一実施形態に係る平面図である。

図1に示すように、本発明によって切断されるガラス板は曲面を有し、第1面11と、第1面11に対向する第2面12と、第1面11と第2面12を接続する少なくとも一つの端面13を有するガラス板10aからなる。

本明細書におけるガラス板10aとは、端面13の厚さに比べて、第1面11および第2面12の長手方向、あるいは短手方向の長さが大きい板状体であることを意味する。

、ガラス板10aの2つの主面のうち、いずれの主面を第1面または第2面とするかは特に限定しない。例えば、ディスプレイのカバーガラスとして使用する場合に表示面となる側の面、すなわち外部に露出する側の面を、ガラス板10aの第1面とする。この場合、表示面と対向する面がガラス板10aの第2面である。

#### 【0020】

さらに、曲面ガラス10を構成するガラス板10aの端面13は、その厚さが小さいことが以下の理由から好ましい。厚さを小さくすることで、ガラス板10aの質量が小さくなる。そして、ガラス板10aの厚さ方向における吸光度は、厚さに比例する。したがって、厚さを小さくすることで、該吸光度を小さくし、ガラス板10aの厚さ方向における可視光透過率を上げられるため、視認性が向上する。

#### 【0021】

本実施形態の曲面ガラス10は、一部に平面を形成するガラス板であってもよい。曲面をなすガラス板の平均厚さは5mm以下である。軽量化の観点、タッチパネルなどのセンシングの観点から曲面ガラス10をなすガラス板の平均厚さが3mm以下であることが好ましく、1.5mm以下であることがより好ましい。一方で外観品質を維持するために、ガラス板の平均厚さは0.5mm以上、より好ましくは0.7mm以上であることが好ましい。また、本実施形態の曲面ガラス10は、ガラス板の曲面における厚さにばらつきが少ないことが、ガラス板の透過率などのばらつきが抑制され、視認性が向上するため好ましい。

#### 【0022】

##### <ガラス板切断装置>

図2は、本発明に用いるガラス板切断装置200を説明するための図である。ガラス板切断装置200は、ガラス板205を基台61に支持し、カッターツール43または砥石47によってガラス板205を所望の形状に切断することを目的とする。砥石47の材質は金属製であっても樹脂製であってもよい。基台61は、ガラス板205を位置決めする位置決めピン(図示せず)を有し、位置決めピンはガラス板205を切断する際に生じる位置ずれを抑止する。カッターツール43または砥石47はコレットチャック83に固定され、コレットチャック83を支持する主軸41をX軸またはY軸方向に水平移動可能することで、ガラス板205を所望の形状に切断する。主軸41に接続されるカッターツール43により、ガラス板205に切り線を形成するスクライピング工程を行い、カッターツール43を砥石47と交換することで、ガラス板205のくり抜き切断工程を行う。

#### 【0023】

本明細書においては、図2に示した主軸41の軸方向である鉛直方向をZ軸方向、図5の紙面垂直方向をY軸方向、Y軸とZ軸に直交する図2の左右方向をX軸方向とする。また、主軸41の回転軸を軸とする。

#### 【0024】

カッターツール43は、切断するガラス板205の性質に合わせて選択可能であり、例えばカッターホイールや、カッターピン、ダイヤモンドチップを用いても良い。具体的には、三星ダイヤモンド工業製のPenett(登録商標)、APIO(登録商標)や、超硬

カッター等が使用可能である。但し、安価でカッター切断技術の実績が豊富であり、切り線の形成条件を簡単に適正化できる点、及びガラス板に生じるチッピングを低減できる点で優れていることから、カッターホイールを用いることが好ましい。

【0025】

カッターホイールは、円周稜線の軸方向両側の傾斜面の開き角である刃先角度が、 $100 \sim 160^\circ$ であることが好ましく、 $110 \sim 150^\circ$ がより好ましく、 $115 \sim 145^\circ$ が更に好ましい。ガラス板205の厚さが薄いものは刃先角度が小さい刃が好ましく、ガラス板205の厚さが厚いものは刃先角度が大きい刃が好ましい。

【0026】

0.7～3mmのガラス板を成型して曲面形状を付与すると、僅かに板厚偏差が生じるが、板厚偏差が生じて精度の高い切り線が形成可能な刃先角度は、 $120 \sim 145^\circ$ である。また、カッターツール43は加工時に加工送り方向を向かせるように、軸回りの旋回位置が主軸41の駆動によって制御される。

10

【0027】

ガラス切断装置200は、装置内にオートツールチェンジャー57を備える。オートツールチェンジャー57によって、カッターツール43を砥石47に付け替えると、砥石47との交換に必要な作業時間を短縮でき、より効率的にガラス板205に形成された切り出し線を形成するくり抜き切断工程を行うことができる。

【0028】

オートツールチェンジャー57は、ツールを保持するツール保持部をそれぞれ先端部に有する一对のアーム91と、一对のアーム91を、軸93を中心とする回転と軸方向移動とを行う交換駆動部95とを備える。図中点線で示す退避位置の主軸41のコレットチャック83に保持されたカッターツール43が、交換駆動部95によって着脱可能となる。つまり、オートツールチェンジャー57は、ツールストッカ(図示せず)に用意された複数種のツールの中から所望のツールを選択的にコレットチャック83に取り付け、取り外しでき、コレットチャック83のツール交換を自動で行う。例えば砥石47によるくり抜き切断を行う場合、ツールストッカに砥石47を保持しておくことで、速やかにカッターツール43と砥石47を交換する。

20

【0029】

主軸41に接続された砥石47は、ガラス板205をくり抜き切断するくり抜き切断工程を行う。砥石47は、求められる加工精度に応じて複数種類が備えられていることが好ましい。最初は目の粗い砥石で加工した後、徐々に目の細かい砥石で加工することで、所望の表面性状に仕上がる。目の粗い砥石の材質としては、アルミナ、cBN(立方晶窒化ホウ素)、グリーンカーバイド、ダイヤモンド等を使用でき、研削性、硬度の点では、材質がダイヤモンドであることが好ましい。目の粗い砥石の粗さとしては、#80～#400が好ましく、#100～#350がより好ましい。

30

【0030】

さらに、カッターツール43によって形成された切り線に沿ってガラス板205に応力を加えて折り割ることで、ガラス板205を応力切断することができる。そのほか、主軸41に接続される砥石47によりガラス板205の切断端面45の外周仕上げ加工を行って

40

【0031】

曲面ガラス加工装置200は、コンピュータによって数値制御される多軸のマシニングセンタ等の工作機械であることが好ましい。コンピュータによって数値制御することで、ガラス板205の位置決めおよび外周仕上げを含むガラス板切断工程の一連の作業を安定して行うことができる。

【0032】

<ガラス板の切断工程>

図3は本発明によってガラス板205を切断する切断工程を示したフローチャートである。図3(A)は先に砥石47を用いてガラス板205に対してくり抜き切断を行い、後に

50

スクライピングによって切り線を形成する場合を示しており、図3(B)は先にスクライピングによって切り線を形成し、後に砥石47を用いてくり抜き切断する場合を示している。砥石47を用いてくり抜き切断する際は終点で数秒間スパークアウトを行うことが好ましい。スパークアウトとは、研削の最終段階で行われる作業であり、切り込みを与えずに砥石を回転させて、研削による火花や研削音がなくなるまで加工を続けることを意味する。

#### 【0033】

砥石47によるくり抜き切断後、またはスクライピング後に切り線に沿って応力切断を行う場合、該応力切断は曲げ応力、または熱応力を加えて行う。圧力調整可能な押圧手段を使って折り割りしてもよく、手折りやレーザーによる加熱によって折り割りしてもよい。

10

#### 【0034】

ガラス板を切断する場合、タクトタイムを律速する工程は、ガラスの離脱着、インカーブ、またはアウトカーブの切断、そのほか外周仕上げ加工であることが多い。これは、曲面ガラスを加工する場合も同様である。本発明はインカーブ、あるいはアウトカーブ加工に要する時間を短縮するために、全行程のタクトタイム向上に大きく寄与する。

#### 【0035】

図4(A)は、従来ガラス板の切断方法を用いて、曲面ガラス10を切断する方法を説明するための図であり、矢印I(一点鎖線)はその切断方向を示している。従来ガラスの切断方法では、図4(A)のように砥石47を用いて曲面ガラス10をくり抜き切断する。砥石47を装着したマシニングセンタは、ガラス板を所定の速度でくり抜き切断しながら、予め設定された進路に沿って移動する。

20

#### 【0036】

図4(B)は、本発明のガラス板の切断方法を用いて、曲面ガラス10を切断する方法を説明するための図である。本発明のガラス板の切断方法は、曲面ガラス10をスクライピングして切り線を形成する工程と、曲面ガラス10をくり抜き切断する工程と、曲面ガラス10の切り線に沿って応力切断する工程とによって、ガラス板を加工する。矢印Iは砥石47を用いて曲面をくり抜き切断する場合を示しており、矢印II(破線)は曲面をスクライピングして切り線を形成する場合を示している。矢印IとIIの手順はどちらが先であっても高精度かつ高速に曲げガラス10を切断できる。本発明のガラス板の切断方法によって切断される距離は、従来の砥石47によって切断される距離と比較して短くなるために、必要な加工時間が短縮される。

30

#### 【0037】

また、矢印Iによるくり抜き切断では、折り割るガラス片とガラス板との間に少なくとも0.5mmの隙間を形成するようにくり抜き切断を行う。曲率半径の小さなガラス板を折り割る場合は隙間を大きくすることで、応力切断時のガラスの接触を防ぐことができる。

#### 【0038】

図4(C)は、点加工によりガラス板を貫通加工する工程を含めた、本発明のガラス板の切断方法を用いて切断する手順を示すための図である。本発明は曲面ガラス10をスクライピングして切り線を形成する工程と、曲面ガラス10に貫通加工によって隙間を形成する工程と、曲面ガラス10の切り線に沿って応力切断する工程と、によって、ガラス板を加工することを特徴とする。図4(C)の矢印Iおよび加工跡IIIは、点加工によって形成された隙間であり、矢印Iは前述した図4(B)の矢印Iを点加工によって隙間形成したものである。さらに点加工は、加工跡IIIのように、例えばスクライピングによって形成された切り線の交点が十分に交差しなかった場合にも、その交点を補助的に滑らかに加工できる。点加工によっても、応力切断する際に必要な切り線の両側のガラスが接触しない隙間を作製し、ガラスの接触を防ぐことができる。

40

#### 【0039】

##### <スクライピング>

図5はガラス板205のスクライピングにおけるカッターツール43の基台61との位置関係を示す説明図である。

50

基台 6 1 上にガラス板 2 0 5 を位置決めした状態で主軸移動ステージ 5 5 を駆動することにより、カッターツール 4 3 を切り線の予定線に沿って移動させると、ガラス板 2 0 5 に切り線 8 7 が形成される。切り線 8 7 の溝深さは、ガラス板 2 0 5 の厚さの 5 % 以上、2 0 % 以下とすることが好ましい。該溝深さとすることで、ガラス切断に適切な傷深さとなり、ガラス板 2 0 5 の望んでいない位置での割れを抑制できる。

一方で、スクライビングはカッターツール 4 3、パルスレーザー、または熱応力といった代替手段を用いて行うことも可能である。

#### 【 0 0 4 0 】

##### < くり抜き切断 >

図 6 ( A ) はガラス板 2 0 5 のくり抜き切断における砥石 4 7 の基台 6 1 との位置関係を示す説明図である。 10

基台 6 1 に支持されるガラス板 2 0 5 は図 6 ( B ) に示すように、該ガラス板と折り割るガラス片との間で接触が生じないように、隙間 d を形成するようくり抜き切断される。隙間 d は、くり抜き切断によって形成される 2 つの切断端面間の最短距離となる。隙間 d は、切断面の両側のガラスが接触しない距離であり、好ましくは少なくとも 0 . 1 mm 以上であり、より好ましくは 0 . 5 mm 以上である。ガラス板 2 0 5 の曲がり方向と垂直な方向にガラスを折り割る場合は、ガラス板 2 0 5 の平均曲率半径が小さいほど、隙間 d を広く形成することが好ましい。そうすることで、ガラス板 2 0 5 を折り割りする際の接触を抑えつつ、後述する応力切断によって鏡面に近い切断面を形成できる。なお、図 6 ( A ) に示すようくり抜き切断で用いる基台は、溝 3 2 を有しており、砥石 4 7 が基台と干渉しない構造を有することが好ましい。点加工によるくり抜き切断の場合であっても、溝 3 2 を基台の構造として有することが好ましい。 20

一方で、くり抜き切断は高圧水、溶断、パルスレーザーといった代替手段によって行うことも可能である。

#### 【 0 0 4 1 】

##### < 応力切断 >

図 7 は応力切断の手順を示す工程説明図である。図 7 に示すように、基台 6 1 上に固定されたガラス板 2 0 5 を、応力を付与することによって折り割りする。該応力切断は、スクライビングで切り線を形成したガラス板 2 0 5 を、基台 6 1 に支持した状態で、引き続き折り割り工程を実施できる構造としてもよい。 30

#### 【 0 0 4 2 】

応力切断は、切り線加工後であれば主軸 4 1 側とは独立して実施可能であるため、切り線加工完了時から応力切断開始までの所要時間が短くて済み、加工に必要なタクトタイムを向上できる。また、応力切断は、一般に使用されるマシニングセンタにより曲面ガラス加工装置 1 0 0 を構成するため、高い生産効率で、低コストで曲面ガラスを加工できる。この場合、スクライビングによる切り線加工と応力切断は同一の装置内で行うことが効率的であり、例えば上述のマシニングセンタにガラス板を載置して行うことが好ましい。

#### 【 0 0 4 3 】

更に、カッターによる切断実績が豊富で安価なカッターホイールを用いて切り線の形成を行うため、豊富なデータを用いて簡単に切り線加工条件を適正化でき、ガラス板に生じるチップングを低減できる。その結果、低コストで高い切断面品質が安定して得られる。また、上述したガラス加工装置 2 0 0 によれば、くり抜き切断によって適切な隙間を形成した後にガラス板 2 0 5 を折り割ることができるため、ガラス板 2 0 5 が曲面を有する場合に、特に有効である。 40

一方で、応力切断は曲げ応力や熱応力を加えて行うことも可能である。

#### 【 0 0 4 4 】

スクライビングによって切り線を形成する時の X Y 面内における送り速度は、実際には設備の加速度にも依存するが、直線部においては、最大送り速度を 2 0 0 0 0 mm / m i n とするのが好ましく、5 0 0 0 ~ 1 0 0 0 0 mm / m i n がより好ましい。これは、長い直線部では安定した連続加工が可能であり、送り速度を高めても加工精度の低下が小さい 50



ため、加工時間を短縮化することを優先させるためである。一方、曲線部においては、最大送り速度は10000mm/minとするのが好ましく、1000~5000mm/minがより好ましい。これは、短い直線部では加工速度を高める効果が得られにくく、曲線部では加工精度の加工速度依存性が高いため、安定した加工品質を得ることを優先させるためである。直線部、曲線部の速度は、切断時の走行距離に応じて設備の加速度を最大限に発揮できる範囲内で設定できる。例えば、ガラス板205が500mm×400mmである場合、直線部については5000mm/min程度、曲線部については1000~2000mm/min程度に設定できる。

#### 【0045】

上述の折り割り工程によって切断されたガラス板205の切断端面45を、回転駆動される砥石47により外周仕上げ加工してもよい。外周仕上げ工程の完了後、ガラス板205を取り外す。以上でガラス板205の加工を終了する。

10

#### 【0046】

以上、本発明は上記の実施形態に限定されるものではなく、実施形態の各構成を相互に組み合わせることや、明細書の記載、並びに周知の技術に基づいて、当業者が変更、応用することも本発明の予定するところであり、保護を求める範囲に含まれる。

#### 【実施例】

#### 【0047】

まず、市販されている板ガラス（製品名：Dragontrail（登録商標）、AGC株式会社製、幅220mm、長さ650mm、板厚2.0mm）を用意した。用意した板ガラスを720℃まで加熱して軟化し、用意した金型に馴染むように、自重曲げによって成形し、曲面ガラスを作製した。作製した曲面ガラスの曲率半径は、1750mmであった。

20

#### 【0048】

次に、基台61上にガラス板205を載置し、位置決めピンによってガラス板205を位置決めした。ガラス板205を固定されたことを確認した状態で、マシニングセンタに砥石47を装着し、インカーブ切断を行った。砥石47はいずれも市販されている砥石（東京ダイヤモンド工具製作所製 #100P、#325M、株式会社ノリタケカンパニーリミテッド社製 #200M、いずれも材質は単結晶ダイヤモンド（C））を用意して、曲面ガラス205のくり抜き切断を行いながら、送り速度とチップングの関係を測定した。

30

#### 【0049】

次に、砥石47をオートツールチェンジャー57によってカッターツール43に交換し、カッターツールをガラス板205に押し当てながら移動し、スクライピングを行った。使用したカッターツールは市販されているカッターホイール（カッター品種：Penett（登録商標）-SC（三星ダイヤモンド工業製）、ホイール外径3mm、ホイール厚さ0.65mm、ホイール内径0.8mm、刃先角115°）を用いた。

#### 【0050】

スクライピングを行った後、該ガラス板に形成された切り線に沿って手折りによる応力切断を行った。

#### 【0051】

上記条件により切断した結果を表1に示す。砥石によるくり抜き切断によって生じたチップングの大きさと、応力切断によって生じたチップングの大きさを比較すると、前者によって生じたチップングは砥石径#100、3の砥石を回転数25000rpm、送り速度200mm/minで0.8mm程度であったが、スクライピング後の応力切断により生じたチップングの大きさは0.2mm程度であった。さらに、砥石径と砥石種類を変更してチップングの大きさを測定したところ、砥石径#200、4の砥石を回転数25000rpm、送り速度200mm/minでくり抜き切断すれば、チップングの大きさは0.4mmとなる。また、砥石径#325、4の砥石を回転数50000rpm、送り速度400mm/minでくり抜き切断すれば、チップングの大きさは0.2mmまで小さくなり、砥石径#325、4の砥石を回転数50000rpm、送り速度200mm/minでく

40

50

り抜き切断すれば、チップングの大きさは0.1mmまで小さくなる。回転数は、砥石を電気または圧縮空気で高速スピンドルを駆動することで上げることができる。

【0052】

切断端面45の形状は、くり抜き切断によって切断した切断端面45であっても、砥石径、砥石の回転数、送り速度を調整することで、応力切断による切断端面45のような滑らかな端面に近づく。すなわち、チップングの大きさが小さい条件下でガラスをくり抜き切断し、さらにスクライピング後の応力切断によってガラス板を切断すると、インカーブのような複雑な形状を有するカバーガラスや、曲面を有しつつ、滑らかな切断端面を持つカバーガラスを作製することが可能となる。なお、チップングの大きさは実体顕微鏡またはマイクロ스코プによって測定し、ばらつきの平均値をとったものである。またマイクロ

10

【0053】

【表1】

砥石/ カッター	砥石径	砥石種類	回転数 (rpm)	送り速度 (mm/min)	チップング (mm)
#100	φ3	電着	25000	200	0.8mm
#100	φ3	電着	50000	200	0.7mm
#100	φ3	電着	25000	400	1.0mm
#100	φ3	電着	50000	400	0.7mm
#200	φ4	メタル	25000	200	0.5mm
#200	φ4	メタル	50000	200	0.4mm
#200	φ4	メタル	25000	400	0.6mm
#200	φ4	メタル	50000	400	0.4mm
#325	φ4	メタル	25000	200	0.3mm
#325	φ4	メタル	50000	200	0.1mm
#325	φ4	メタル	25000	400	0.4mm
#325	φ4	メタル	50000	400	0.2mm
カッター	—	—	—	10000	0.2mm

20

【0054】

さらに、曲面ガラス205に対してくり抜き切断のみ（送り速度200mm/min、総移動距離1000mm）でインカーブを切断形成した場合に要した時間は300sec程度だったが（表2）、本発明を用いて曲面ガラスにインカーブを切断形成した場合の所要時間は200sec（くり抜き切断に要する時間は2辺で約60秒となり、スクライピングと応力切断を合わせても所要時間は約140秒）となるため、大幅にタクトタイムが向上した。

30

【0055】

【表2】

砥石	くり抜き切断	スクライピング + 応力切断	クラックの頻度	所要時間(sec)
#100	○	—	高い	300
#100	○	○	高い	200
#200	○	—	少ない	300
#200	○	○	少ない	200

40

【0056】

また、表2に示すように砥石径#200の砥石を用いて本発明を実施した結果、破断の起点となるクラックの発生頻度が他の砥石径の砥石に比べて少ないことが分かった。クラック発生頻度の少ない砥石を選択することで、破断の可能性が低いカバーガラスの作成が可能となる。

【0057】

50

次に図4(B)に示した手順に沿って、上述の実施例と同じ条件で作製した曲面ガラスをスクライピングした後、砥石47を用いてくり抜き切断を行い、応力切断を行った。この時、砥石47は#200のメタル砥石(砥石径4mm)と、#100の電着砥石(砥石径3mm)を用いた。

【0058】

#200のメタル砥石(砥石径4mm)では隙間が4mm、#100の電着砥石(砥石径3mm)では隙間が3mmとなり、どちらも応力切断の際に、折り割るガラス片と曲面ガラスとの間でガラスの接触が生じなかった。十分な隙間を形成することで、曲率半径の小さな曲面ガラスでも余裕を持って応力切断することが可能となる。隙間幅は曲面ガラスの板厚や曲率半径によって適宜調整される。

10

【0059】

なお、実施例では、ガラス切断工程において、くり抜き切断後にスクライピング工程を行ったが、ガラス板や切り線の性質、折り割り時の応力に合わせてくり抜き切断工程とスクライピング工程を適宜入れ替えても良く、くり抜き切断工程とスクライピング工程を交互に行ってもよい。

【0060】

実施例ではガラス板として曲面ガラスを用いたが、ガラス板は平板ガラスであってもよいし、曲面を有するガラスであってもよい。

【符号の説明】

【0061】

- 10 曲面ガラス
- 10a ガラス板
- 11 第1面
- 12 第2面
- 13 端面
- 32 溝
- 41 主軸
- 43 カッターツール
- 45 切断端面
- 47 砥石
- 55 主軸移動ステージ
- 57 オートツールチェンジャー(ツール交換部)
- 61 基台
- 83 コレットチャック
- 87 切り線
- 91 アーム
- 95 交換駆動部
- I, II 切り線
- 200 曲面ガラス加工装置
- 205 ガラス板
- d 隙間

20

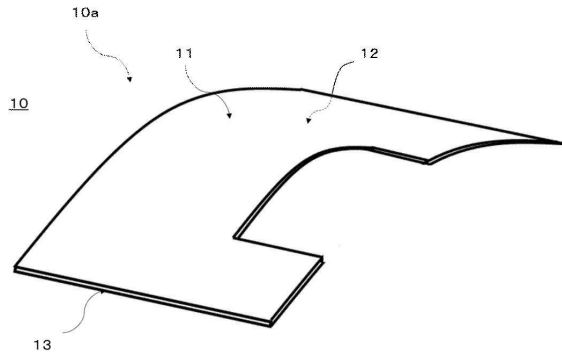
30

40

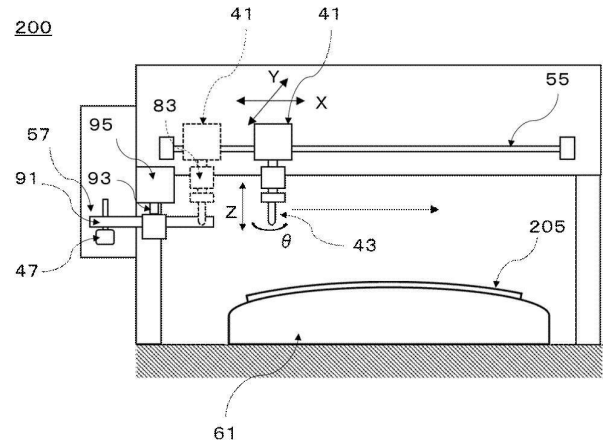
50

【図面】

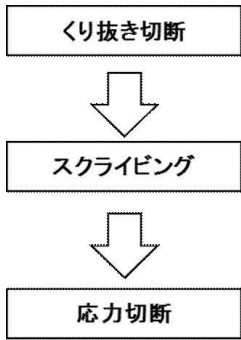
【図 1】



【図 2】

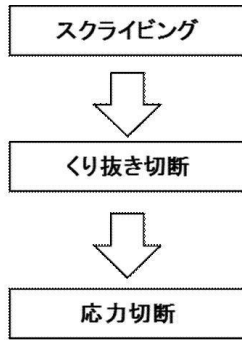


【図 3】

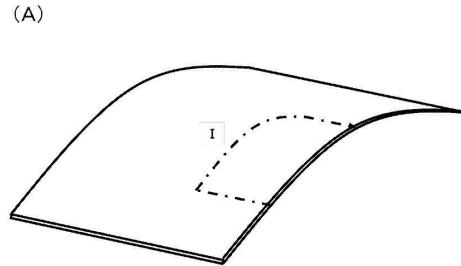


(A)

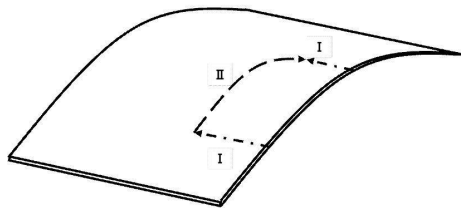
【図 4】



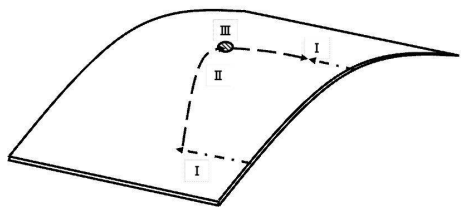
(B)



(A)



(B)



10

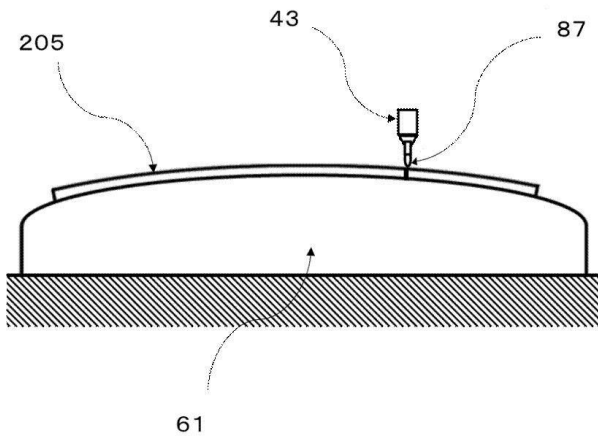
20

30

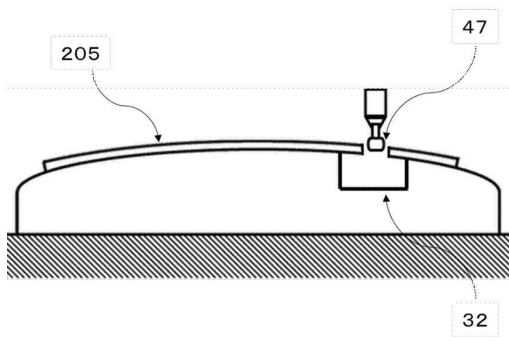
40

50

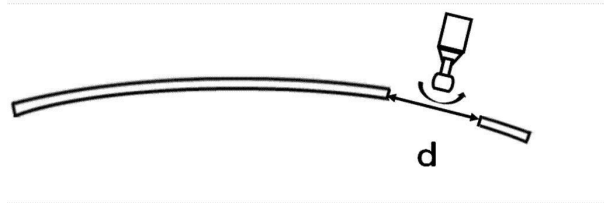
【図5】



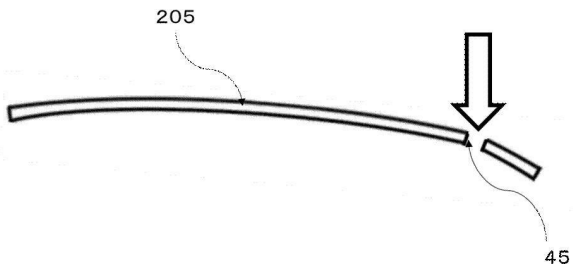
【図6】  
(A)



(B)



【図7】



10

20

30

40

50

## フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2003-277088(JP,A)  
特開昭53-028613(JP,A)  
特開2017-132684(JP,A)  
特開平09-188534(JP,A)  
国際公開第2009/066602(WO,A1)  
実開昭61-033841(JP,U)  
米国特許出願公開第2014/0239552(US,A1)  
特開2012-020902(JP,A)  
国際公開第2018/092520(WO,A1)  
特開2015-038023(JP,A)  
特開2011-207721(JP,A)  
韓国公開特許第10-2012-0056658(KR,A)  
特表2017-507878(JP,A)  
特開2005-263623(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)  
C03B 33/02 - 33/04  
B28D 5/00 - 5/04  
B28D 1/22 - 1/24