

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-214213

(P2019-214213A)

(43) 公開日 令和1年12月19日(2019.12.19)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B 2 8 D 5/00 (2006.01)	B 2 8 D 5/00	3 C 0 6 9
C 0 3 B 33/027 (2006.01)	C 0 3 B 33/027	4 G 0 1 5

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2019-166518 (P2019-166518)
 (22) 出願日 令和1年9月12日 (2019.9.12)
 (62) 分割の表示 特願2018-501636 (P2018-501636)
 の分割
 原出願日 平成29年2月17日 (2017.2.17)
 (31) 優先権主張番号 特願2016-35045 (P2016-35045)
 (32) 優先日 平成28年2月26日 (2016.2.26)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 日本国 (JP)

(71) 出願人 390000608
 三星ダイヤモンド工業株式会社
 大阪府摂津市香露園32番12号
 (72) 発明者 曾山 浩
 大阪府摂津市香露園32番12号 三星ダ
 イヤモンド工業株式会社内
 Fターム(参考) 3C069 AA03 BA01 BB01 CA11 EA01
 EA02
 4G015 FA03 FB02 FC07 FC14

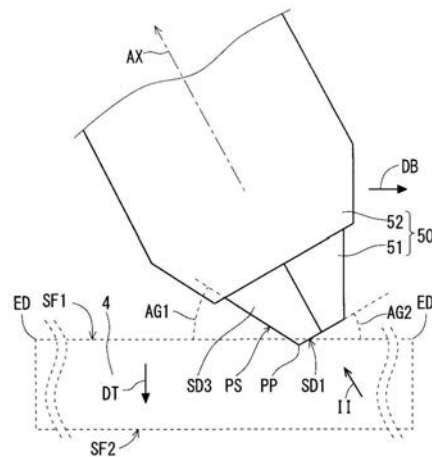
(54) 【発明の名称】 脆性基板の分断方法

(57) 【要約】

【課題】 その下方にクラックを有しないトレンチラインを形成した後、トレンチラインに沿ったクラックラインを、より確実かつ容易に形成する。

【解決手段】 第1～第3の面SD1～SD3を有することで稜線PSおよび頂点PPを有する刃先51が準備される。脆性基板4の一の面SF1上で刃先51を稜線PSから第1の面SD1へ向かう方向へ摺動させることによって、溝形状を有するトレンチラインTLがクラックレス状態で形成される。刃先51の稜線PSが脆性基板4の縁EDを切り下ろすことで、縁EDからトレンチラインTLに沿って厚さ方向DTにおける脆性基板4のクラックを伸展させることによって、クラックラインCLが形成される。クラックラインCLによってトレンチラインTLの下方において脆性基板4はトレンチラインTLと交差する方向において連続的なつながりが断たれている。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

a) 縁が設けられた一の面と、前記一の面に垂直な厚さ方向とを有する脆性基板を準備する工程を備え、さらに

b) 第 1 の面と、前記第 1 の面と隣り合う第 2 の面と、前記第 2 の面と隣り合うことで稜線をなしかつ前記第 1 の面および前記第 2 の面の各々と隣り合うことで頂点をなす第 3 の面と、を有する刃先を準備する工程を備え、さらに

c) 前記脆性基板の前記一の面上で前記刃先を前記稜線から前記第 1 の面へ向かう方向へ摺動させることによって、溝形状を有するトレンチラインを塑性変形により前記脆性基板の前記一の面上に形成する工程を備え、前記トレンチラインは、前記トレンチラインの下方において前記脆性基板が前記トレンチラインと交差する方向において連続的につながっている状態であるクラックレス状態が得られるように形成され、前記刃先の前記第 1 の面が前記脆性基板の前記一の面となす角度は、前記刃先の前記稜線が前記脆性基板の前記一の面となす角度よりも小さくされ、さらに

d) 前記工程 c) によって摺動させられた前記刃先の前記稜線が前記脆性基板の前記一の面の前記縁を切り下ろすことで、前記縁から前記トレンチラインに沿って前記厚さ方向における前記脆性基板のクラックを伸展させることによって、クラックラインを形成する工程を備え、前記クラックラインによって前記トレンチラインの下方において前記脆性基板は前記トレンチラインと交差する方向において連続的なつながりが断たれており、さらに

e) 前記クラックラインに沿って前記脆性基板を分断する工程を備える、脆性基板の分断方法。

【請求項 2】

前記工程 d) において前記刃先の前記稜線が前記脆性基板の前記一の面の前記縁を切り下ろす時に前記刃先に印加される荷重が、前記工程 c) において前記刃先に印加される荷重よりも大きくされている、請求項 1 に記載の脆性基板の分断方法。

【請求項 3】

前記工程 d) において前記刃先の前記稜線が前記脆性基板の前記一の面の前記縁を切り下ろす時の前記刃先の摺動速度が、前記工程 c) における前記刃先の摺動速度よりも小さくされている、請求項 1 又は 2 に記載の脆性基板の分断方法。

【請求項 4】

a) 一の面と、前記一の面に垂直な厚さ方向とを有する脆性基板を準備する工程を備え、前記一の面上には、溝形状を有するアシストトレンチラインと、前記厚さ方向における前記脆性基板のクラックが前記アシストトレンチラインに沿って延びることによって構成されたアシストクラックラインと、を有するアシストラインが設けられており、さらに

b) 第 1 の面と、前記第 1 の面と隣り合う第 2 の面と、前記第 2 の面と隣り合うことで稜線をなしかつ前記第 1 の面および前記第 2 の面の各々と隣り合うことで頂点をなす第 3 の面と、を有する刃先を準備する工程を備え、さらに

c) 前記脆性基板の前記一の面上で前記刃先を前記稜線から前記第 1 の面へ向かう方向へ摺動させることによって、溝形状を有するトレンチラインを塑性変形により前記脆性基板の前記一の面上に形成する工程を備え、前記トレンチラインは、前記トレンチラインの下方において前記脆性基板が前記トレンチラインと交差する方向において連続的につながっている状態であるクラックレス状態が得られるように形成され、前記刃先の前記第 1 の面が前記脆性基板の前記一の面となす角度は、前記刃先の前記稜線が前記脆性基板の前記一の面となす角度よりも小さくされ、さらに

d) 前記工程 c) によって摺動させられた前記刃先の前記稜線が前記脆性基板の前記一の面上に設けられた前記アシストラインと交差することで、前記アシストラインから前記トレンチラインに沿って前記厚さ方向における前記脆性基板のクラックを伸展させることによって、クラックラインを形成する工程を備え、前記クラックラインによって前記トレンチラインの下方において前記脆性基板は前記トレンチラインと交差する方向において連

10

20

30

40

50

続的なつながりが断たれており、さらに

e) 前記クラックラインに沿って前記脆性基板を分断する工程を備える、脆性基板の分断方法。

【請求項 5】

前記工程 a) は、

a 1) 前記刃先およびアシスト刃先のいずれかを準備する工程を含み、前記アシスト刃先は、第 1 の面と、前記第 1 の面と隣り合う第 2 の面と、前記第 2 の面と隣り合うことで稜線をなしかつ前記第 1 の面および前記第 2 の面の各々と隣り合うことで頂点をなす第 3 の面と、を有し、さらに

a 2) 前記刃先および前記アシスト刃先のいずれかを前記脆性基板の前記一の面上で前記稜線から前記第 1 の面へ向かう方向へ摺動させることによって、前記アシストトレンチラインを塑性変形により前記脆性基板の前記一の面上に形成する工程を含み、前記アシストトレンチラインは、前記アシストトレンチラインの下方において前記脆性基板が前記アシストトレンチラインと交差する方向において連続的につながっている状態であるクラックレス状態が得られるように形成され、さらに

a 3) 前記アシストトレンチラインに沿って前記厚さ方向における前記脆性基板のクラックを伸展させることによって、前記アシストクラックラインを形成する工程を含み、前記アシストクラックラインによって前記アシストトレンチラインの下方において前記脆性基板は前記トレンチラインと交差する方向において連続的なつながりが断たれている、

請求項 4 に記載の脆性基板の分断方法。

【請求項 6】

前記工程 a) は、前記アシストトレンチラインおよび前記アシストクラックラインを同時に形成する工程を含む、請求項 4 に記載の脆性基板の分断方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は脆性基板の分断方法に関する。

【背景技術】

【0002】

フラットディスプレイパネルまたは太陽電池パネルなどの電気機器の製造において、脆性基板を分断することがしばしば必要となる。典型的な分断方法においては、まず、脆性基板上にクラックラインが形成される。本明細書において「クラックライン」とは、脆性基板の厚さ方向に部分的に進行したクラックが脆性基板の表面上においてライン状に延びているものを意味する。次に、いわゆるブレイク工程が行われる。具体的には、脆性基板に応力を印加することによって、クラックラインのクラックが厚さ方向に完全に進行させられる。これにより、クラックラインに沿って脆性基板が分断される。

【0003】

特許文献 1 によれば、ガラス板の上面にあるくぼみがスクライブ時に生じる。この特許文献 1 においては、このくぼみが「スクライブライン」と称されている。また、このスクライブラインの刻設と同時に、スクライブラインから直下方向に延びるクラックが発生する。この特許文献 1 の技術に見られるように、従来の典型的な技術においては、スクライブラインの形成と同時にクラックラインが形成される。

【0004】

特許文献 2 によれば、上記の典型的な分断技術とは顕著に異なる分断技術が提案されている。この技術によれば、まず、脆性基板上での刃先の摺動によって塑性変形を発生させることにより、この特許文献 2 において「スクライブライン」と称される溝形状が形成される。本明細書においては、以降において、この溝形状のことを「トレンチライン」と称する。トレンチラインが形成されている時点では、その下方にクラックは形成されない。その後、トレンチラインに沿ってクラックを伸展させることで、クラックラインが形成さ

10

20

30

40

50

れる。つまり、典型的な技術とは異なり、クラックを伴わないトレンチラインがいったん形成され、その後、トレンチラインに沿ってクラックラインが形成される。その後、クラックラインに沿って通常のブレイク工程が行われる。

【0005】

上記特許文献2の技術で用いられる、クラックを伴わないトレンチラインは、クラックの同時形成を伴う典型的なスクライプラインに比して、より低い荷重での刃先の摺動により形成可能である。荷重が小さいことにより、刃先に加わるダメージが小さくなる。よって、この分断技術によれば、刃先の寿命を延ばすことができる。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0006】

【特許文献1】特開平9-188534号公報

【特許文献2】国際公開第2015/151755号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

従来の典型的な技術においては、スクライピング時にクラックが形成されないことは、スクライピングの失敗を意味していた。しかしながら、上記特許文献2の分断技術においては、スクライピングにより、クラックを伴わないトレンチラインが意図的に形成される。そしてその後、トレンチラインに沿ったクラックラインが発生させられる。クラックラインを形成し始めるためには、トレンチラインの形成によって脆性基板中に生じていた内部応力を開放するきっかけを脆性基板へ与えることが必要である。このきっかけを与える方法については、上記特許文献2において種々の方法が提案されている。本発明者の検討によれば、これらの方法も有用ではあるが、クラックラインが形成される確率がやや低かったり、追加のブレイク工程を要するために作業負担がやや大きかったり、といった課題が残っていた。

20

【0008】

本発明は以上のような課題を解決するためになされたものであり、その目的は、その下方にクラックを有しないトレンチラインを形成した後に、トレンチラインに沿ったクラックラインを、より確実かつ容易に形成することができる、脆性基板の分断方法を提供することである。

30

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明の一の局面に従う脆性基板の分断方法は、以下の工程a)~e)を有する。

a) 縁が設けられた一の面と、一の面に垂直な厚さ方向とを有する脆性基板が準備される。

b) 第1の面、第1の面と隣り合う第2の面と、第2の面と隣り合うことで稜線をなしかつ第1の面および第2の面の各々と隣り合うことで頂点をなす第3の面と、を有する刃先が準備される。

c) 脆性基板の一の面上で刃先を稜線から第1の面へ向かう方向へ摺動させることによって、溝形状を有するトレンチラインが塑性変形により脆性基板の一の面上に形成される。トレンチラインは、トレンチラインの下方において脆性基板がトレンチラインと交差する方向において連続的につながっている状態であるクラックレス状態が得られるように形成される。刃先の摺動時に刃先の第1の面が脆性基板の前記一の面となす角度は、刃先の稜線が脆性基板の一の面となす角度よりも小さくされる。

40

d) 工程c)によって摺動させられた刃先の稜線が脆性基板の一の面の縁を切り下ろすことで、縁からトレンチラインに沿って厚さ方向における脆性基板のクラックを伸展させることによって、クラックラインが形成される。クラックラインによってトレンチラインの下方において脆性基板はトレンチラインと交差する方向において連続的につながりが断たれている。

50

e) クラックラインに沿って脆性基板が分断される。

【0010】

本発明の他の局面に従う脆性基板の分断方法は、以下の工程 a) ~ e) を有する。

a) 一の面と、一の面に垂直な厚さ方向とを有する脆性基板が準備される。一の面上には、溝形状を有するアシストトレンチラインと、厚さ方向における脆性基板のクラックがアシストトレンチラインに沿って延びることによって構成されたアシストクラックラインと、を有するアシストラインが設けられている。

b) 第1の面と、第1の面と隣り合う第2の面と、第2の面と隣り合うことで稜線をなしかつ第1の面および第2の面の各々と隣り合うことで頂点をなす第3の面と、を有する刃先が準備される。

c) 脆性基板の一の面上で刃先を稜線から第1の面へ向かう方向へ摺動させることによって、溝形状を有するトレンチラインが塑性変形により脆性基板の一の面上に形成される。トレンチラインは、トレンチラインの下方において脆性基板がトレンチラインと交差する方向において連続的につながっている状態であるクラックレス状態が得られるように形成される。刃先の摺動時に刃先の第1の面が脆性基板の前記一の面となす角度は、刃先の稜線が脆性基板の一の面となす角度よりも小さくされる。

d) 工程 c) によって摺動させられた刃先の稜線が脆性基板の一の面上に設けられたアシストラインと交差することで、アシストラインからトレンチラインに沿って厚さ方向における脆性基板のクラックを伸展させることによって、クラックラインが形成される。クラックラインによってトレンチラインの下方において脆性基板はトレンチラインと交差する方向において連続的なつながりが断たれている。

e) クラックラインに沿って脆性基板が分断される。

【発明の効果】

【0011】

本発明の一の局面に従う脆性基板の分断方法によれば、第1に、刃先を容易に準備することができる。なぜならば、刃先の頂点が、第1の面、第2の面および第3の面の3つの面が合流する箇所として設けられるからである。仮に、3つを超える面が合流する箇所によって刃先の頂点が設けられる場合、3つの面が合流する点を通るように、残る面の位置を合わせる必要がある。このため、高い加工精度が必要となる。これに対して、3つの面が合流する箇所によって刃先の頂点が設けられる場合、そのような高い加工精度は必要ではない。第2に、トレンチラインに沿ったクラックラインをより確実に形成することができる。なぜならば、刃先の第1の面が脆性基板の前記一の面となす角度は、刃先の稜線が脆性基板の一の面となす角度よりも小さく、さらにトレンチラインの形成のために摺動させられた刃先の稜線が、脆性基板の一の面の縁を切り下ろすからである。この切り下ろしにより、クラックラインの形成開始のきっかけが、高い確実性で得られる。

【0012】

本発明の他の局面に従う脆性基板の分断方法によれば、第1に、刃先を容易に準備することができる。なぜならば、刃先の頂点が、第1の面、第2の面および第3の面の3つの面が合流する箇所として設けられるからである。仮に、3つを超える面が合流する箇所によって刃先の頂点が設けられる場合、3つの面が合流する点を通るように、残る面の位置を合わせる必要がある。このため、高い加工精度が必要となる。これに対して、3つの面が合流する箇所によって刃先の頂点が設けられる場合、そのような高い加工精度は必要ではない。第2に、トレンチラインに沿ったクラックラインをより確実に形成することができる。なぜならば、刃先の第1の面が脆性基板の前記一の面となす角度は、刃先の稜線が脆性基板の一の面となす角度よりも小さく、さらにトレンチラインの形成のために摺動させられた刃先の稜線が、脆性基板の一の面に設けられたアシストラインと、摺動する刃先の頂点によって形成されたトレンチラインとの交点へ、局所的に応力を印加するからである。この応力印加により、クラックラインの形成開始のきっかけが、高い確実性で得られる。

【図面の簡単な説明】

10

20

30

40

50

【 0 0 1 3 】

【図 1】本発明の実施の形態 1 における脆性基板の分断方法に用いられるカッティング器具の構成を概略的に示す側面図である。

【図 2】図 1 の矢印 I I の視点での概略平面図である。

【図 3】本発明の実施の形態 1 ~ 5 における脆性基板の分断方法の構成を概略的に示すフロー図である。

【図 4】本発明の実施の形態 1 における脆性基板の分断方法の第 1 の工程を概略的に示す上面図である。

【図 5】図 4 の線 V - V に沿う概略端面図である。

【図 6】本発明の実施の形態 1 における脆性基板の分断方法の第 2 の工程を概略的に示す上面図である。

【図 7】図 6 の線 V I I - V I I に沿う概略端面図である。

【図 8】比較例における脆性基板の分断方法に用いられるカッティング器具の構成を概略的に示す平面図である。

【図 9】本発明の実施の形態 2 における脆性基板の分断方法における、トレンチラインの形成方法の構成を概略的に示すフロー図である。

【図 10】本発明の実施の形態 3 における脆性基板の分断方法の第 1 の工程を概略的に示す上面図である。

【図 11】図 10 の線 X I - X I に沿う概略端面図である。

【図 12】本発明の実施の形態 3 における脆性基板の分断方法の第 2 の工程を概略的に示す上面図である。

【図 13】本発明の実施の形態 3 における脆性基板の分断方法の第 3 の工程を概略的に示す上面図である。

【図 14】本発明の実施の形態 4 における脆性基板の分断方法の第 1 の工程を概略的に示す上面図である。

【図 15】本発明の実施の形態 4 における脆性基板の分断方法の第 2 の工程を概略的に示す上面図である。

【図 16】本発明の実施の形態 5 における脆性基板の分断方法に用いられる刃先の構成を概略的に示す断面図である。

【図 17】本発明の実施の形態 5 における脆性基板の分断方法に用いられるアシスト刃先の構成を概略的に示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 4 】

以下、図面に基づいて本発明の実施の形態について説明する。なお、以下の図面において同一または相当する部分には同一の参照番号を付しその説明は繰返さない。

【 0 0 1 5 】

< 実施の形態 1 >

(カッティング器具の構成)

図 1 および図 2 を参照して、はじめに、本実施の形態のガラス基板 4 (脆性基板) の分断方法におけるトレンチラインの形成工程に用いられるカッティング器具 50 の構成について説明する。カッティング器具 50 は刃先 51 およびシャンク 52 を有している。刃先 51 は、そのホルダとしてのシャンク 52 に固定されることによって保持されている。

【 0 0 1 6 】

刃先 51 には、天面 S D 1 (第 1 の面) と、天面 S D 1 を取り囲む複数の面とが設けられている。これら複数の面は側面 S D 2 (第 2 の面) および側面 S D 3 (第 3 の面) を含む。天面 S D 1、側面 S D 2 および S D 3 (第 1 ~ 第 3 の面) は、互いに異なる方向を向いており、かつ互いに隣り合っている。刃先 51 は、天面 S D 1、側面 S D 2 および S D 3 が合流する頂点を有する。この頂点 P P によって刃先 51 の突起部が構成されている。また側面 S D 2 および S D 3 は、刃先 51 の側部を構成する稜線 P S をなしている。稜線 P S は、頂点 P P から線状に延びており、かつ、線状に延びる凸形状を有する。以上の構

10

20

30

40

50

成から、刃先 5 1 は、天面 S D 1 と、天面 S D 1 と隣り合う側面 S D 2 と、側面 S D 2 と隣り合うことで稜線 P S をなしかつ天面 S D 1 および側面 S D 2 の各々と隣り合うことで頂点 P P をなす側面 S D 3 と、を有する。

【 0 0 1 7 】

刃先 5 1 はダイヤモンドポイントであることが好ましい。すなわち刃先 5 1 は、硬度および表面粗さを小さくすることができる点からダイヤモンドから作られていることが好ましい。より好ましくは刃先 5 1 は単結晶ダイヤモンドから作られている。さらに好ましくは結晶学的に言って、天面 S D 1 は { 0 0 1 } 面であり、側面 S D 2 および S D 3 の各々は { 1 1 1 } 面である。この場合、側面 S D 2 および S D 3 は、異なる向きを有するものの、結晶学上、互いに等価な結晶面である。

10

【 0 0 1 8 】

なお単結晶でないダイヤモンドが用いられてもよく、たとえば、C V D (Chemical Vapor Deposition) 法で合成された多結晶ダイヤモンドが用いられてもよい。あるいは、微粒のグラファイトや非グラファイト状炭素から、鉄族元素などの結合材を含まずに焼結された多結晶ダイヤモンド粒子を鉄族元素などの結合材によって結合させた焼結ダイヤモンドが用いられてもよい。

【 0 0 1 9 】

シャンク 5 2 は軸方向 A X に沿って延在している。刃先 5 1 は、天面 S D 1 の法線方向が軸方向 A X におおよそ沿うようにシャンク 5 2 に取り付けられることが好ましい。

【 0 0 2 0 】

20

(ガラス基板の分断方法)

図 3 に示すフロー図を参照しつつ、次に、ガラス基板 4 の分断方法について、以下に説明する。

【 0 0 2 1 】

ステップ S 1 0 (図 3) にて、分断されることになるガラス基板 4 (図 1) が準備される。ガラス基板 4 は、上面 S F 1 (一の面) と、その反対の下面 S F 2 (他の面) とを有している。上面 S F 1 には縁 E D が設けられている。図 4 で示す例においては、縁 E D は長形状を有する。ガラス基板 4 は、上面 S F 1 に垂直な厚さ方向 D T を有する。またステップ S 2 0 (図 3) にて、上述した、刃先 5 1 を有するカッティング器具 5 0 (図 1 および図 2) が準備される。

30

【 0 0 2 2 】

図 4 を参照して、ステップ S 3 0 (図 3) にてトレンチライン T L が形成される。具体的には、以下の工程が行われる。

【 0 0 2 3 】

まず、刃先 5 1 (図 1) の頂点 P P が上面 S F 1 に位置 N 1 で押し付けられる。これにより刃先 5 1 がガラス基板 4 に接触する。位置 N 1 は、図示されているように、ガラス基板 4 の上面 S F 1 の縁 E D から離れていることが好ましい。言い換えれば、刃先 5 1 の摺動開始時点において、刃先 5 1 がガラス基板 4 の上面 S F 1 の縁 E D に衝突することが避けられる。

【 0 0 2 4 】

40

次に、上記のように押し付けられた刃先 5 1 がガラス基板 4 の上面 S F 1 上で摺動させられる(図 4 の矢印参照)。刃先 5 1 (図 1) は、上面 S F 1 上で稜線 P S から天面 S D 1 へ向かう方向へ摺動させられる。厳密に言えば、刃先 5 1 は、稜線 P S から頂点 P P を経由して天面 S D 1 へ向かう方向を上面 S F 1 上に射影した方向 D B に摺動させられる。方向 D B は、頂点 P P の近傍における稜線 P S の延在方向を上面 S F 1 上に射影した方向におおよそ沿っている。図 1 においては、方向 D B は、刃先 5 1 から延びる軸方向 A X を上面 S F 1 上へ射影した方向と反対方向に対応している。よって刃先 5 1 はシャンク 5 2 によって上面 S F 1 上を押し進められる。

【 0 0 2 5 】

ガラス基板 4 の上面 S F 1 上を摺動させられる刃先 5 1 (図 1) の稜線 P S および天面

50

S D 1のそれぞれは、ガラス基板4の上面S F 1と角度A G 1および角度A G 2をなしている。角度A G 2は角度A G 1よりも小さいことが好ましい。

【0026】

上記摺動によって上面S F 1上に塑性変形が発生させられる。これにより上面S F 1上に、溝形状を有するトレンチラインT L (図5)が形成される。トレンチラインT Lは、ガラス基板4の塑性変形のみによって生じることが好ましく、その場合、ガラス基板4の上面S F 1上で削れが生じない。削れを避けるためには、刃先51の荷重を過度に高くしなければよい。削れないことにより、上面S F 1上に、好ましくない微細な破片が生じることが避けられる。ただし、若干の削れは、通常、許容され得る。

【0027】

トレンチラインT Lの形成は、位置N 1および位置N 3 eの間で、位置N 1から位置N 2を經由して位置N 3 eへ刃先51を摺動させることによって行われる。位置N 2は、ガラス基板4の上面S F 1の縁E Dから離れている。位置N 3 eは、ガラス基板4の上面S F 1の縁E Dに位置している。

【0028】

トレンチラインT Lは、トレンチラインT Lの下方においてガラス基板4がトレンチラインT Lの延在方向(図4における横方向)と交差する方向D C (図5)において連続的につながっている状態であるクラックレス状態が得られるように形成される。クラックレス状態においては、塑性変形によるトレンチラインT Lは形成されているものの、それに沿ったクラックは形成されていない。クラックレス状態を得るために、刃先51に加えられる荷重は、トレンチラインT L形成時点ではクラックが発生しない程度に小さく、かつ、後の工程でクラックを発生させることができる内部応力の状態を作り出すような塑性変形が発生する程度大きくなるように調整される。

【0029】

トレンチラインT Lを形成するために上記のように摺動させられた刃先51は、最終的に位置N 3 eに達する。クラックレス状態は、刃先51が位置N 2に位置している時点で維持されており、さらに、刃先51が位置N 3 eに達する瞬間まで維持されている。刃先51が位置N 3 eに達すると、刃先51の稜線P S (図1)は、ガラス基板4の上面S F 1の縁E Dを切り下ろす。

【0030】

図6および図7を参照して、上記の切り下ろしによって、位置N 3 eに微細な破壊が生じる。この破壊を起点として、トレンチラインT L付近の内部応力を解放するようにクラックが発生する。具体的には、ガラス基板4の上面S F 1の縁E Dに位置する位置N 3 eからトレンチラインT Lに沿って、厚さ方向D Tにおけるガラス基板4のクラックが伸展する(図6における矢印参照)。言い換えれば、クラックラインC Lの形成が開始される。これにより、ステップS 50 (図3)として、位置N 3 eから位置N 1へクラックラインC Lが形成される。

【0031】

なお、クラックラインC Lの形成をより確実にするために、刃先51が位置N 2から位置N 3 eを摺動する速度を、位置N 1から位置N 2における速度より小さくしてもよい。同様に、位置N 2から位置N 3 eにおいて刃先51に印加される荷重を、クラックレス状態が維持される範囲で位置N 1から位置N 2における荷重よりも大きくしてもよい。

【0032】

クラックラインC LによってトレンチラインT Lの下方においてガラス基板4はトレンチラインT Lの延在方向(図6における横方向)と交差する方向D C (図7)において連続的なつながりが断たれている。ここで「連続的なつながり」とは、言い換えれば、クラックによって遮られていないつながりのことである。なお、上述したように連続的なつながりが断たれている状態において、クラックラインC Lのクラックを介してガラス基板4の部分同士が接触していてもよい。また、トレンチラインT Lの直下にわずかに連続的なつながりが残されていてもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 3 】

トレンチライン T L (図 4) に沿ってクラックライン C L (図 6) が伸展する方向 (図 6 の矢印) は、トレンチライン T L が形成された方向 (図 4 の矢印) と逆である。このような方向関係でクラックライン C L を発生させるためには、トレンチライン T L の形成のために刃先 5 1 が方向 D B (図 1) へ摺動する際に、角度 A G 2 が角度 A G 1 よりも小さくされていることが好ましい。この角度関係が満たされていないと、クラックライン C L が発生しにくい。また角度 A G 1 および角度 A G 2 がおおよそ同じであると、クラックライン C L が発生するか否かが不安定となりやすい。

【 0 0 3 4 】

次に、ステップ S 6 0 (図 3) にて、クラックライン C L に沿ってガラス基板 4 が分断される。すなわち、いわゆるブレイク工程が行なわれる。ブレイク工程は、ガラス基板 4 への外力の印加によって行ない得る。たとえば、ガラス基板 4 の上面 S F 1 上のクラックライン C L (図 7) に向かって下面 S F 2 上に応力印加部材 (たとえば、「ブレイクバー」と称される部材) を押し付けることによって、クラックライン C L のクラックを開くような応力がガラス基板 4 へ印加される。なおクラックライン C L がその形成時に厚さ方向 D T に完全に進行した場合は、クラックライン C L の形成とガラス基板 4 の分断とが同時に生じる。

【 0 0 3 5 】

以上によりガラス基板 4 の分断が行なわれる。なお上述したクラックライン C L の形成工程は、いわゆるブレイク工程と本質的に異なっている。ブレイク工程は、既に形成されているクラックを厚さ方向にさらに伸展させることで基板を完全に分離するものである。一方、クラックライン C L の形成工程は、トレンチライン T L の形成によって得られたクラックレス状態から、クラックを有する状態への変化をもたらすものである。この変化は、クラックレス状態が有する内部応力の開放によって生じると考えられる。

【 0 0 3 6 】

(比較例 1)

図 8 を参照して、本比較例の刃先 5 9 の頂点 P P は、4 つの面 S E 1 ~ S E 4 が合流する箇所に設けられている。頂点 P P からは 4 つの稜線 P S 1 ~ P S 4 が設けられている。この場合、図 4 の工程において、ガラス基板 4 の上面 S F 1 の縁 E D を、稜線 P S 1 ~ P S 4 のいずれかで切り下ろし得る。よって、本実施の形態と同様に、クラックライン C L が確実に形成されやすい長所がある。一方で、刃先 5 9 の形成に高い加工精度が必要となり、よってその形成が容易ではない、という短所がある。なぜならば、本比較例のように面 S E 1 ~ S E 4 が合流する箇所によって刃先の頂点 P P が設けられる場合は、これらのうち 3 つの面が合流する点を通るように、残る 1 つの面の位置を合わせる必要があるためである。

【 0 0 3 7 】

(比較例 2)

本比較例においては、刃先 5 1 の摺動方向が、方向 D B (図 1) と反対であるものとする。この場合、図 4 の工程において、ガラス基板 4 の上面 S F 1 の縁 E D を、稜線 P S ではなく天面 S D 1 が切り下ろす。つまり、切り下ろすの際、上記本実施の形態においては鋭利な稜線 P S が作用するのに対して、本比較例においては、平坦な天面 S D 1 が作用する。このため本比較例においては、クラックライン C L の形成開始のきっかけとなる微細な破壊が生じにくくなる。よってクラックライン C L が確実に形成されにくくなる。

【 0 0 3 8 】

(効果)

本実施の形態によれば、第 1 に、刃先 5 1 を容易に準備することができる。なぜならば、上記比較例 1 とは異なり、刃先 5 1 の頂点が、天面 S D 1、側面 S D 2 および側面 S D 3 の 3 つの面が合流する箇所として設けられるからである。仮に、3 つを超える面が合流する箇所によって刃先の頂点が設けられる場合、3 つの面が合流する点を通るように、残る面の位置を合わせる必要がある。このため、高い加工精度が必要となる。これに対して

10

20

30

40

50

、3つの面が合流する箇所によって刃先の頂点が設けられる場合、そのような高い加工精度は必要ではない。第2に、トレンチラインTLに沿ったクラックラインCLをより確実に形成することができる。なぜならば、上記比較例2とは異なり、トレンチラインTLの形成のために摺動させられた刃先51の稜線PSが、ガラス基板4の上面SF1の縁EDを切り下ろすからである。この切り下ろしにより、クラックラインCLの形成開始のきっかけが、高い確実性で得られる。

【0039】

<実施の形態2>

再び図4を参照して、本実施の形態においては、ガラス基板4の上面SF1上において刃先51が摺動することになる位置に、潤滑剤が供給される。言い換えれば、トレンチラインTL(図4)を形成する工程(図3:ステップS30)は、図9に示すように、潤滑剤を供給するステップS31と、潤滑剤が供給された位置において刃先51が摺動されるステップS32とを含む。ステップS31を実施するためには、たとえば、シャンク52(図1)に潤滑剤供給部(図示せず)が設けられれば良い。なお、これら以外の構成については、上述した実施の形態1の構成とほぼ同じであるため、その説明を繰り返さない。またステップS31は、後述する実施の形態3~5にも適用可能である。

10

【0040】

本実施の形態においては、実施の形態1と同様、刃先51の進行方向として方向DB(図1)が選択されている。刃先51への荷重が同じである条件下では、方向DBへの摺動は、その逆方向への摺動に比して、刃先51へのダメージが大きくなりやすい。本実施の形態によれば、このダメージを効果的に抑制することができる。これにより、刃先の寿命を延ばすことができる。

20

【0041】

<実施の形態3>

図10を参照して、ステップS10(図3)にて、上記実施の形態1と同様のガラス基板4が準備される。ただし本実施の形態においては、ガラス基板4の上面SF1上にアシストラインALが設けられている。図11を参照して、アシストラインALは、アシストトレンチラインTLaと、アシストクラックラインCLaとを有する。アシストトレンチラインTLaは溝形状を有する。アシストクラックラインCLaは、厚さ方向DTにおけるガラス基板4のクラックがアシストトレンチラインTLaに沿って延びることによって構成されている。

30

【0042】

本実施の形態においては、アシストラインALはガラス基板4の上面SF1に、アシストトレンチラインTLaおよびアシストクラックラインCLaを同時に形成する工程によって設けられる。このようなアシストラインALは、通常の典型的なスクライブ方法によって形成され得る。たとえば、このようなアシストラインALは、図10の矢印に示すように、刃先がガラス基板4の上面SF1の縁EDを乗上げ、そして上面SF1上を移動することによって行い得る。乗上げ時の衝撃により微細なクラックが発生することで、アシストトレンチラインTLa形成時に、アシストクラックラインCLaを同時に形成することが、容易に可能である。この刃先は、乗上げ時の刃先およびガラス基板4へのダメージを抑えるために、刃先51の形状とは異なる、乗上げに適した形状を有するものであることが好ましい。具体的には、刃先は、回動可能に保持されたもの(ホイール型のもの)であることが好ましい。言い換えれば、刃先はガラス基板4上で摺動ではなく回動するものであることが好ましい。なお、アシストラインALの起点は、図10においては縁EDであるが、縁EDから離れていてもよい。

40

【0043】

次にステップS20(図3)にて、実施の形態1と同様の刃先51が準備される。なお、前述したアシストラインAL用の刃先の準備を容易とするために、上記のアシストラインALがこの刃先51を用いて形成されていてもよい。あるいは、刃先51の形状と同様の形状を有する刃先を用いて上記のアシストラインALが形成されていてもよい。

50

【 0 0 4 4 】

図 1 2 を参照して、次に、ステップ S 3 0 (図 3) にてトレンチライン T L が形成される。具体的には、以下の工程が行われる。

【 0 0 4 5 】

まず実施の形態 1 と同様の動作が行われる。具体的には、上面 S F 1 に刃先 5 1 (図 1) の頂点 P P が位置 N 1 で押し付けられる。次に、押し付けられた刃先 5 1 がガラス基板 4 の上面 S F 1 上で方向 D B (図 1) に摺動させられる (図 1 2 の矢印参照)。これにより上面 S F 1 上にトレンチライン T L がクラックレス状態で形成される。

【 0 0 4 6 】

本実施の形態においては、トレンチライン T L の形成は、位置 N 1 および位置 N 3 a の間で、位置 N 1 から位置 N 2 を経由して位置 N 3 a へ刃先 5 1 を摺動させることによって行われる。位置 N 3 a はアシストライン A L 上に配置されている。位置 N 2 は、位置 N 1 と位置 N 3 a との間に配置されている。好ましくは、刃先 5 1 は、アシストライン A L 上の位置 N 3 a を超えてさらに位置 N 4 まで摺動させられる。位置 N 4 は縁 E D から離れていることが好ましい。

10

【 0 0 4 7 】

トレンチライン T L を形成するために上記のように摺動させられた刃先 5 1 は、位置 N 3 a においてアシストライン A L と交差する。よって刃先 5 1 の稜線 P S (図 1) もアシストライン A L と交差する。この交差によって位置 N 3 a に微細な破壊が生じる。この破壊を起点として、トレンチライン T L 付近の内部応力を解放するようにクラックが発生する。具体的には、アシストライン A L 上に位置する位置 N 3 a からトレンチライン T L に沿って、厚さ方向 D T におけるガラス基板 4 のクラックが伸展する (図 1 3 の矢印参照)。言い換えれば、クラックライン C L (図 1 3) の形成が開始される。これにより、ステップ S 5 0 (図 3) として、位置 N 3 a から位置 N 1 へクラックライン C L が形成される。クラックライン C L の形成後は、実施の形態 1 と同様、クラックライン C L によってトレンチライン T L の下方においてガラス基板 4 はトレンチライン T L と交差する方向において連続的なつながりが断たれている。

20

【 0 0 4 8 】

刃先 5 1 は、位置 N 3 a に達した後、ガラス基板 4 から離される。好ましくは、刃先 5 1 は、位置 N 3 a を超えて位置 N 4 まで摺動した後、ガラス基板 4 から離される。

30

【 0 0 4 9 】

次に、ステップ S 6 0 (図 3) にて、実施の形態 1 と同様に、クラックライン C L に沿ってガラス基板 4 が分断される。以上により本実施の形態のガラス基板 4 の分断方法が行われる。

【 0 0 5 0 】

本実施の形態によれば、第 1 に、実施の形態 1 と同様の理由で、刃先 5 1 を容易に準備することができる。第 2 に、実施の形態 1 と同様に、トレンチライン T L に沿ったクラックライン C L をより確実に形成することができる。なぜならば、トレンチライン T L の形成のために摺動させられた刃先 5 1 の稜線 P S が、ガラス基板 4 の上面 S F 1 に設けられたアシストライン A L と、摺動する刃先 5 1 の頂点によって形成されたトレンチライン T L とが交差する位置 N 3 a (図 1 2) へ、局所的に応力を印加するからである。この応力印加により、クラックライン C L の形成開始のきっかけが、高い確実性で得られる。

40

【 0 0 5 1 】

< 実施の形態 4 >

本実施の形態においては、実施の形態 3 と異なり、アシストライン A L (図 1 1 および図 1 2) が有するアシストトレンチライン T L a およびアシストクラックライン C L a のそれぞれが、実施の形態 1 で説明されたトレンチライン T L およびクラックライン C L の形成方法に類した方法によって形成される。以下、この方法について具体的に説明する。

【 0 0 5 2 】

まず、アシストライン A L の形成に用いられる刃先が準備される。この刃先は、刃先 5

50

1 (図1および図2)と同じであってもよい。すなわち、アシストラインALの形成と、その後形成されるトレンチラインTLの形成とが、共通の刃先51によって行われてもよい。あるいは、アシストラインALの形成のための刃先として、刃先51とは別の刃先(以下、「アシスト刃先」と称する)が準備されてもよい。アシスト刃先は、刃先51(図1および図2)の形状と同じ形状を有してもよい。あるいは、アシスト刃先は、刃先51の形状と異なる形状を有してもよい。アシスト刃先が刃先51の形状と異なる形状を有している場合においても、アシスト刃先は、頂点PPおよび稜線PSを形成する天面SD1、側面SD2および側面SD3の構成を有し、上述した形状の相違は、これら構成間の配置の相違によるものであることが好ましい。ここで考慮されている刃先の「形状」は、刃先のうち、頂点PP近傍の部分、すなわちガラス基板4への作用部分、の形状であり、この作用部分から離れた部分の形状は、通常、重要ではない。以下において、説明を冗長としないために、アシストラインALの形成に用いられる刃先のことを、それが刃先51かあるいはアシスト刃先であるかを問わず、単に「刃先」と称する場合がある。

10

【0053】

図14を参照して、次に、トレンチラインTLの形成(図4)に類した方法によって、アシストトレンチラインTLaがクラックレス状態で形成される。図15を参照して、次に、トレンチラインTLに沿ったクラックラインCLの形成方法(図6)に類した方法によって、アシストトレンチラインTLa(図14)に沿ったアシストトレンチラインTLaが形成される。以上により、アシストラインAL(図11)が形成される。

20

【0054】

次に、実施の形態3と同様に、ステップS30およびS50(図3)にて、トレンチラインTL(図12)およびクラックラインCL(図13)が形成され、ステップS60(図3)にて、クラックラインCLに沿ってガラス基板4が分断される。以上により本実施の形態のガラス基板4の分断方法が行われる。

【0055】

本実施の形態においては、トレンチラインTL(図12)の形成において刃先51に印加される荷重は、アシストトレンチラインTLa(図14)の形成において刃先に印加される荷重に比して大きくされる。本発明者の実験的な検討によれば、このように荷重に差異を設けることで、クラックラインCLをより確実に発生させることができる。

30

【0056】

好ましくは、トレンチラインTL(図12)の形成における角度AG2(図1)は、アシストトレンチラインTLaの形成における角度AG2(図1)よりも小さくされる。このような角度関係が用いられることにより、特に、アシストトレンチラインTLaの形成のための刃先が、刃先51、または、刃先51の形状と同じ形状を有するアシスト刃先である場合であっても、上述した荷重の差異を設けやすい。この理由は、刃先の形状が同様の場合、角度AG2が小さいほど、トレンチラインTL(またはアシストトレンチラインTLa)をクラックレス状態で形成可能な荷重が大きくなるためである。トレンチラインTLの形成において、角度AG2が大きすぎると、トレンチラインTLをクラックレス状態で形成することと、アシストトレンチラインTLaの形成時の荷重よりも大きな荷重を用いることとを両立させることが困難となる。これに対して、トレンチラインTL(図12)の形成における角度AG2(図1)が、アシストトレンチラインTLaの形成における角度AG2(図1)よりも小さくされる場合、トレンチラインTLの形成において、アシストトレンチラインTLaの形成時の荷重よりも大きな荷重を用いることが容易となる。よって、トレンチラインTLのための刃先51に高荷重向けの刃先設計を適用し、かつ、アシストトレンチラインTLaのための刃先に低荷重向けの刃先設計を適用する、という配慮が不要となる。よって、アシストトレンチラインTLaの形成において、トレンチラインTLの形成に用いられる刃先51、またはその形状と同じ形状を有するアシスト刃先を用いることができる。

40

【0057】

上述したように角度AG2(図1)に差異が設けられる場合、アシストトレンチライン

50

T L aを形成するための刃先として、トレンチラインT Lを形成するための刃先5 1とは別に、アシスト刃先が準備されることが好ましい。これにより、刃先5 1の角度A G 2がトレンチラインT Lの形成に適したものとなる状態で刃先5 1の姿勢を固定しておくことができる。言い換えれば、アシストトレンチラインT L aの形成工程とトレンチラインT Lの形成工程との間で、角度A G 2の最適化のための刃先5 1の姿勢調整が不要となる。

【0058】

<実施の形態5>

図16および図17を参照して、本実施の形態においては、トレンチラインT Lの形成においては刃先5 1が用いられ、アシストトレンチラインT L aの形成においては、実施の形態4で説明されたアシスト刃先として、アシスト刃先5 1 aが用いられる。刃先5 1の形状と、アシスト刃先5 1 aの形状とは、互いに相違している。たとえば、頂点P P (図2参照)の近傍において刃先5 1およびアシスト刃先5 1 aのそれぞれは、稜線P Sに垂直な断面における稜線P Sの角度A PおよびA P aを有し、角度A Pは角度A P aよりも大きい。なお、これら以外の構成については、上述した実施の形態4の構成とほぼ同じであるため、その説明を繰り返さない。

10

【0059】

本実施の形態によれば、アシストトレンチラインT L aの形成時と、トレンチラインT Lの形成時とで、異なる形状を有する刃先が用いられる。これにより、刃先の形状として、アシストトレンチラインT L aおよびトレンチラインT Lのそれぞれの形成において、相対的に低荷重に適したものおよび高荷重に適したものを用いることができる。よって、アシストトレンチラインT L aおよびトレンチラインT Lの形成時にクラックレス状態をより確実に得ることができ、かつ、アシストトレンチラインT L aおよびトレンチラインT LのそれぞれからアシストクラックラインC L aおよびクラックラインC Lをより確実に発生させることができる。

20

【0060】

なお上記各実施の形態においては上面S F 1の縁が長形状である場合について図示されているが、他の形状が用いられてもよい。また上面S F 1が平坦である場合について説明したが、上面は湾曲していてもよい。またトレンチラインT Lが直線状である場合について説明したが、トレンチラインT Lは曲線状であってもよい。また脆性基板としてガラス基板4が用いられる場合について説明したが、脆性基板は、ガラス以外の脆性材料から作られていてもよく、たとえば、セラミックス、シリコン、化合物半導体、サファイアまたは石英から作られ得る。

30

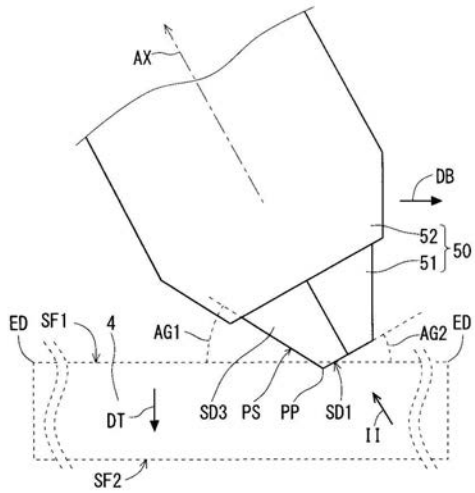
【符号の説明】

【0061】

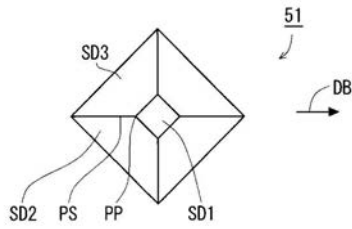
- E D 縁
- A L アシストライン
- C L クラックライン
- S D 1 天面(第1の面)
- S D 2 側面(第2の面)
- S D 3 側面(第3の面)
- S F , S F 1 上面(一の面)
- P P 頂点
- T L トレンチライン
- P S 稜線
- C L a アシストクラックライン
- T L a アシストトレンチライン
- 4 ガラス基板(脆性基板)
- 5 1 刃先
- 5 1 a アシスト刃先

40

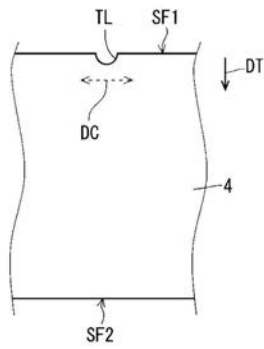
【図1】



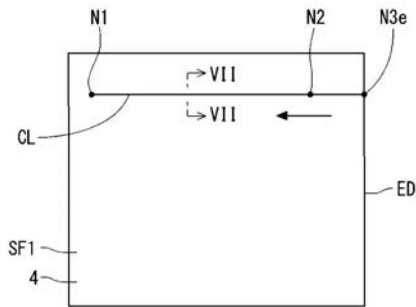
【図2】



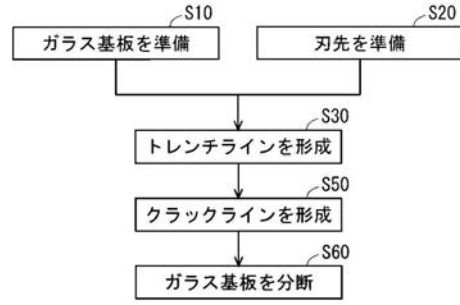
【図5】



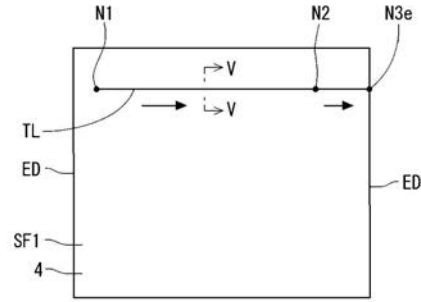
【図6】



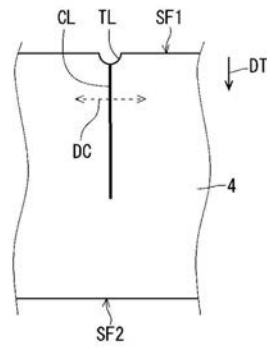
【図3】



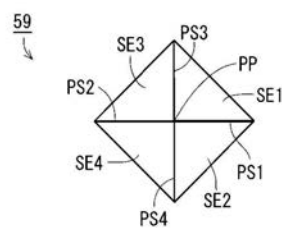
【図4】



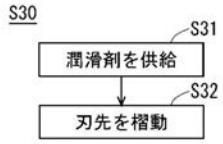
【図7】



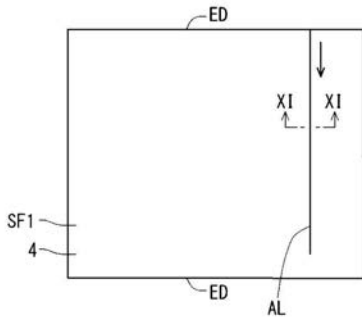
【図8】



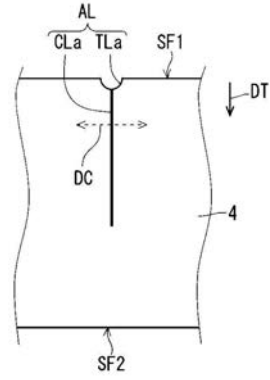
【 図 9 】



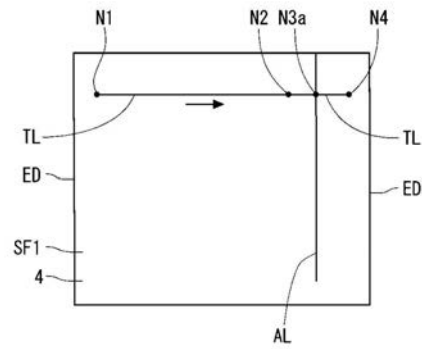
【 図 1 0 】



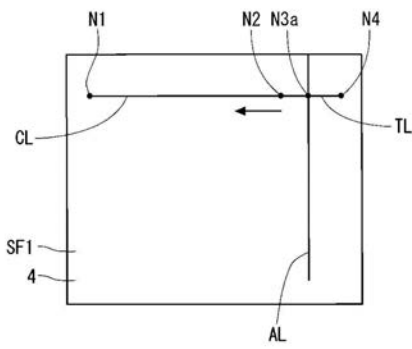
【 図 1 1 】



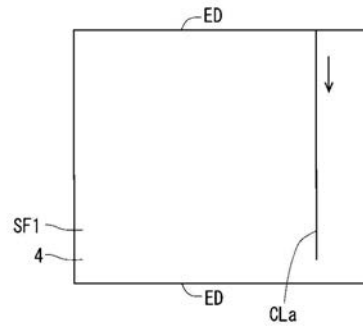
【 図 1 2 】



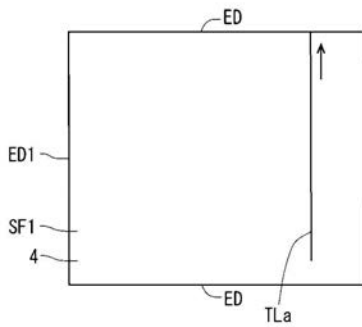
【 図 1 3 】



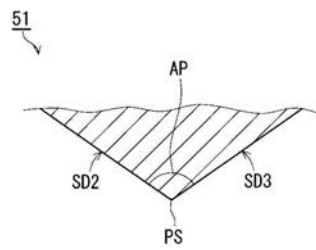
【 図 1 5 】



【 図 1 4 】



【 図 1 6 】



【 図 17 】

