

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7020794号

(P7020794)

(45)発行日 令和4年2月16日(2022.2.16)

(24)登録日 令和4年2月7日(2022.2.7)

(51)国際特許分類

F I

C 0 3 C 19/00 (2006.01)

C 0 3 C 19/00

Z

請求項の数 11 外国語出願 (全24頁)

(21)出願番号	特願2017-83415(P2017-83415)	(73)特許権者	504299782
(22)出願日	平成29年4月20日(2017.4.20)		ショット アクチエンゲゼルシャフト
(65)公開番号	特開2017-193482(P2017-193482 A)		SCHOTT AG
(43)公開日	平成29年10月26日(2017.10.26)		ドイツ連邦共和国 マインツ ハッテンベルクシュトラッセ 10
審査請求日	令和2年2月12日(2020.2.12)		Hattenbergstr. 10,
(31)優先権主張番号	10 2016 107 535.3		55122 Mainz, Germany
(32)優先日	平成28年4月22日(2016.4.22)	(74)代理人	100114890
(33)優先権主張国・地域又は機関	ドイツ(DE)		弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラ
前置審査			インハルト
		(74)代理人	100116403
			弁理士 前川 純一
		(74)代理人	100134315
			弁理士 永島 秀郎
		(74)代理人	100162880

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 高められたエッジ強度を有する板ガラス製品およびその製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

2つの向かい合う平行な側面(3、5)と、前記側面(3、5)をつなぐエッジ(7)とを有する板ガラス要素(1)であって、前記板ガラス要素(1)は、最大で300μmの厚さを有し、前記エッジ(7)の少なくとも1つの部分は、エッジ面部分(9)を伴って形成され、前記エッジ面部分(9)は凸状に湾曲しているため、前記側面(3、5)の少なくとも一方が前記エッジ面部分(9)へと移行し、前記エッジ面部分(9)は、前記板ガラス要素(1)の厚さの少なくとも1/30である湾曲の弧長を有し、前記エッジ面部分(9)は、凸状に湾曲した範囲に溝(11)の形態の凹部を有し、前記溝(11)の長さは、前記溝(11)の幅および深さよりも大きく、前記溝(11)の深さは、最小で10nmであり、最大で5μmであり、前記溝(11)は、互いに斜めに、または垂直に走っており、前記溝(11)によって、既存の亀裂または生じる亀裂のどちらもが影響を受け、続いて亀裂先端での応力強さが低下し、前記溝(11)の方向の分布が、1つ以上の優先方向を有する、板ガラス要素(1)。

【請求項2】

前記凸状に形成されたエッジ面部分(9)が、前記板ガラス要素(1)の厚さの少なくとも1/40である曲率半径を有し、前記曲率半径とは、湾曲弧(24)の始点、中点および終点を通る接触円の半径と定義されることを特徴とする、請求項1に記載の板ガラス要素(1)。

【請求項3】

前記エッジ面部分（９）と、前記エッジ面部分（９）に隣接した前記板ガラス要素（１）の表面（２）の部分（１５）との間で、それらの、前記エッジ面部分（９）の湾曲の湾曲方向に対して垂直に位置する接線の間の角度（２３）が、最大で４５°であることを特徴とする、請求項１または２に記載の板ガラス要素（１）。

【請求項４】

前記溝（１１）が交差することを特徴とする、請求項１から３までのいずれか１項に記載の板ガラス要素（１）。

【請求項５】

前記エッジ（７）が、凸状に湾曲した２つのエッジ面部分（９）を含み、前記エッジ面部分（９）はそれぞれ前記側面（３、５）の一方に移行し、前記エッジ面部分（９）の間には、前記エッジ（７）のさらなる面部分（１５）が広がり、前記面部分（１５）は、横断面において直線状に延在し、前記面部分（１５）の表面は、前記側面（３、５）に対して垂直に位置することを特徴とする、請求項１から４までのいずれか１項に記載の板ガラス要素（１）。

【請求項６】

請求項１から５までのいずれか１項に記載の板ガラス要素（１）の使用であって、

- － 薄膜蓄電池としての、
- － 電子部品および／または光学部品のための支持体としての、
- － 複合材料のための層材料としての、
- － 電氣的接続の立体的な再配線を行うためのインターポーザ要素としての、
- － 電子表示装置のカバーガラスとしての、
- － 携帯電話またはテレビの部分としての、
- － 電子部品用の鏡面基板または封着体としての、
- － 生物学的用途におけるパターン化された要素のための出発製品としての、生物学的フィルタとしての、または細胞増殖用のベースプレートとしての、

前記使用。

【請求項７】

板ガラス要素（１）の加工方法であって、

- － 最大で３００μmの厚さを有する板ガラス要素（１）を準備するステップ、
 - － 前記板ガラス要素（１）の少なくとも１つのエッジ（７）を、前記エッジ（７）にエッジ面部分（９）が生じ、前記エッジ面部分（９）が凸状に湾曲していることによって前記側面（３、５）の少なくとも一方が前記エッジ面部分（９）へと移行するように加工するステップであって、前記エッジ面部分（９）は、前記板ガラス要素（１）の厚さの少なくとも１／３０である弧長を有するものとするステップ、
- を有する方法において、
- － 前記加工を、特定されない刃具を備えた少なくとも１つの可動式の切削工具（１２）を用いて行い、前記加工の際に、前記エッジ（７）の輪郭にぴったりと合う軟質のポリッシング工具を使用し、かつ、
 - － 前記加工の際に前記エッジ面部分（９）の曲率半径を大きくし、そして前記エッジ面部分（９）において溝（１１）の形態の凹部を設け、前記溝（１１）の長さは、前記溝（１１）の幅および深さよりも大きく、
 - － 前記切削工具（１２）を用いた前記加工の際に、前記エッジ面部分（９）に、互いに斜めに、または垂直に走る溝（１１）を設け、前記溝（１１）の方向の分布が、１つ以上の優先方向を有する、前記加工方法。

【請求項８】

弾性率が１０GPa未満である切削工具（１２）を使用して切削することを特徴とする、請求項７に記載の方法。

【請求項９】

前記切削工具（１２）を用いた前記加工の際に、互いに交差する溝（１１）を前記エッジ面部分（９）に設けることを特徴とする、請求項７または８に記載の方法。

【請求項 10】

深さが最小で10 nmであり、最大で5 μmである溝(11)を設けることを特徴とする、請求項7から9までのいずれか1項に記載の方法。

【請求項 11】

前記板ガラス要素(1)の表面(2)への押圧力の増加に伴って切削の増大を生じる切削工具(12)を用いて前記エッジ(7)を加工することを特徴とする、請求項7から10までのいずれか1項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、全体として、板状のガラス要素に関する。特に本発明は、かかるガラス要素のエッジの形成および加工に関する。

【背景技術】

【0002】

ガラスは、負荷の下での破損に関して、例えば延性材料とは異なる特性を有する。延性材料、特に多くの金属は、曲げ応力または引張応力下に降伏点まで伸び、その後、比較的明確に定められた負荷がかかると破断する。それに対して、例えばガラスのような脆性破壊を生じる材料の破壊は、材料特性値の意味での強度限界で生じるのではなく、作用する引張応力に左右される確率でランダムに生じる。その際、破壊確率分布(例えば正規分布またはワイブル分布)のパラメータは、ガラスの種類、既に存在する損傷、ひいてはさらに

【0003】

板状のガラス要素に曲げ負荷がかかると、これに加えてさらなる効果として、その強度が主にこの要素のエッジの破壊強度によって決まる。その際、面内で生じる破壊は通常、要素のエッジから始まる破壊よりも稀である。したがって、ガラス要素のエッジの形成は特に重要である。

【0004】

現在、極めて薄い板ガラス品はエッジ加工が全くなされておらず、比較的厚いガラスはエッジでの面取りまたはC加工がなされている。その際に注目されているのは、エッジ強度ではなく、いわゆる「チッピング」である。

【0005】

国際公開第2015/072360号(WO 2015/072360 A1)には、ガラス支持体上にガラスフィルムが積層されているガラスフィルム積層体および液晶ディスプレイの製造が開示されている。このガラスフィルムは、この支持体との結合部とは反対側の面上に面取り部を有している。

【0006】

国際公開第2015/153251号(WO 2015/153251 A1)にも、積層体の加工が記載されている。この積層体の場合、基材上に薄いガラスが接着されており、この基材は、例えばプラスチック基材であってもよい。この積層体は切断され、そのガラスのエッジが研磨加工され、その際に面取りを行う。

【0007】

米国特許出願公開第2014/065928号明細書(US 2014/065928 A)は、エッジ研削装置およびガラス基材の研削方法に関する。特に、場合により生じうるずれまたは基材のサイズによらず、研削の際には常に所定量の材料を切削するための措置が予定される。

【0008】

米国特許出願公開第2013/288010号明細書(US 2013/288010 A)には、エッジ強度が向上した強化ガラス板が記載されている。切断し、次いで研削によって所定の切り口の形態とすることで、エッジが作製される。

【0009】

米国特許出願公開第2012/329369号明細書(US 2012/329369 A)は、基材を支持体基材に接着し、この基材のエッジ範囲を接着剤とともに除去し、その後この基材の非接着面を加工する、という基材の加工を予定している。

【0010】

米国特許出願公開第2015/110991号明細書(US 2015/110991 A)には、薄い外側の2つのガラス層が面取りされているガラス積層体が記載されている。

【0011】

米国特許出願公開第2012/052302号明細書(US 2012/052302 A)から、ガラス製品のエッジ強度を向上させるための方法であって、主面またはその上の被覆の光学的品質をそのまま維持することが望ましい方法が知られている。このガラスの少なくとも1つの表面上に、ポリマー保護層を施与する。その後、エッジをエッチングすることにより、このエッジにおける欠陥の数およびサイズを低減させる。

【0012】

米国特許出願公開第2011/0019123号明細書(US 2011/0019123 A1)は、電子機器の薄いカバーガラスのエッジ安定性を向上させるための装置および方法に関する。この向上は、エッジの化学強化および丸め加工により達成される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0013】

【文献】国際公開第2015/072360号

国際公開第2015/153251号

米国特許出願公開第2014/065928号明細書

米国特許出願公開第2013/288010号明細書

米国特許出願公開第2012/329369号明細書

米国特許出願公開第2015/110991号明細書

米国特許出願公開第2012/052302号明細書

米国特許出願公開第2011/0019123号明細書

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

本発明は、その使用に関して予定された負荷下での破壊確率が低い、可とう性のガラスを提供するという課題に基づく。この課題は、独立請求項に記載された対象により解決される。

【課題を解決するための手段】

【0015】

前記課題は本発明により、2つの向かい合う平行な側面と、前記側面をつなぐエッジとを有する板ガラス要素であって、前記板ガラス要素は、最大で700 μ m、好ましくは最大で300 μ m、特に好ましくは最大で200 μ mの厚さを有し、前記エッジの少なくとも1つの部分は、エッジ面部分を伴って形成され、前記エッジ面部分は凸状に湾曲していることによって、前記側面の少なくとも一方が前記エッジ面部分へと移行し、前記エッジ面部分は、前記板ガラス要素の厚さの少なくとも1/30、好ましくは少なくとも1/20、特に好ましくは少なくとも1/10である湾曲の弧長を有する板ガラス要素が予定される。エッジ面部分は、凸状に湾曲した範囲に溝の形態の凹部を有し、該溝の長さは、該溝の幅および深さよりも大きい。より薄いガラスであっても、特に優れた利点が生じる。したがって、本発明のさらなる一実施形態によれば、より薄いガラス、特に最大で150 μ mまたは最大で100 μ mの厚さを有するガラスが使用され、極めて特には最大で70 μ m、最大で50 μ mの厚さを有するガラスが使用され、さらには厚さが最大で30 μ mしかないガラスも使用される。さらに、特に安定性上の理由から、ある特定の最小厚さが好ましい。最小厚さとしては、本発明のさらなる実施形態においては、少なくとも2 μ m、好ましくは少なくとも4 μ m、特に好ましくは少なくとも8 μ mの厚さが予定される。

【0016】

表面上の多数の小さな溝によって、既存の亀裂または生じる亀裂のどちらもが影響を受け、亀裂先端での応力強さが低下し、ひいては意外にも全体の強度が増大する。

【0017】

上述の好ましいガラスの厚さに相応して、ガラス要素の厚さが700 μm 以下であると、まず剛性が低くなる。エッジを特別に形成することによって、このガラス要素は、撓みながらも破壊から良好に保護され、その結果、曲げられた状態で、破壊確率が低下するとともに耐用年数が長くなる。

【0018】

本発明による成果を達成するために、以下の

- ー 最大で700 μm の厚さか、または上述の300 μm と2 μm との間の厚さの上限および下限の1つを有する板ガラス要素を準備するステップ、
 - ー 前記板ガラス要素の少なくとも1つのエッジを、前記エッジにエッジ面部分が生じ、前記エッジ面部分が凸状に湾曲しているために前記側面の少なくとも一方が前記エッジ面部分へと移行するように加工するステップであって、前記エッジ面部分(9)は、前記板ガラス要素の厚さの少なくとも1/30、好ましくは少なくとも1/20、特に好ましくは少なくとも1/10である弧長を有するものとするステップ、
- を有するガラスの加工方法において、
- ー 前記加工を、特定されない刃具を備えかつエッジに対して相対的に動く少なくとも1つの切削工具を用いて行い、かつ、
 - ー 前記加工の際に曲率半径を大きくし、そして前記エッジ面部分において溝の形態の凹部を設け、前記溝の長さは前記溝の幅および深さよりも大きい方法が予定される。

【0019】

溝の深さは、特に最小で10 nmであり、最大で5 μm であり、好ましくは最大で2 μm であり、特に好ましくは最大で1 μm である。この溝を設けるために、適切な粒度の研磨媒体を備えた相応する切削工具を選択する。

【0020】

凸状に形成されたエッジ面部分に対して、湾曲弧の始点、中点および終点を通る接触円の半径と定義される曲率半径を割り当てることができる。本発明の好ましい一実施形態によれば、この半径は、板ガラス要素の厚さの少なくとも1/40、好ましくは少なくとも1/30、特に好ましくは少なくとも1/20である。こうした半径によって、特に円筒状に曲げられた表面における湾曲の特性がうまく表される。板ガラス要素の安定性にとっては、より大きな半径が有利である。したがって本発明のさらなる一実施形態によれば、接触円の半径が、板ガラス要素の厚さの少なくとも1/10、好ましくは少なくとも1/5、特に少なくとも半分でであることが予定される。この半径がガラスの厚さよりも十分に大きいことも可能である。

【0021】

エッジ面部分が表面のその他の部分と接しており、その移行部において曲率半径が本発明により予定される曲率半径よりも小さい場合には、本発明のさらなる実施形態において、エッジ面部分と、該エッジ面部分に隣接した板ガラス要素の表面の部分との間で、これら2つの部分の接線の間の角度が、最大で45°、好ましくは最大で20°、特に好ましくは最大で10°であることが予定される。この箇所でのエッジ半径が比較的小さいことによって、隣接する面の勾配が多少なりとも急激に変化する稜線が形成される。

【0022】

エッジ面部分の丸みをおびた形状を保持するためには、切削工具として、エッジの輪郭にぴったりと合う軟質のポリッシング工具を使用することが有利である。

【0023】

この加工は、複数のステップで、特に研磨媒体の粒子を順次細かくしていきながら行うことができる。

【0024】

さらに、所定の弾性を示す切削工具を使用する場合に極めて有利であることが判明した。特に、本発明の一実施形態によれば、切削工具の弾性率は10GPa未満であることが予定される。

【0025】

特に好ましいのは回転式切削工具を用いた切削であり、特に回転式ポリシング工具を用いた切削も好ましい。その際、切削工具は、前面のみならず、側面または周囲面も研磨面として使用することができる。前面とは、円筒体または円錐体の、回転軸が貫通している面のことである。この場合には、研磨面の接線速度は、回転軸との間隔によって変化する。研磨面として側面または周囲面が使用される場合には、ガラス要素と接触する範囲において、この間隔は実質的に同一のままである。それに応じて、接線速度もあまり変化しない。円錐体または円錐台の形状の切削工具の円錐体の側面も考えられる。そのような面でも接線速度は同様に変化するが、前面ほど大きくは変化しない。本発明の一実施形態によれば、エッジの最終形状に適合された切削工具を使用することもできる。研磨媒体を、切削工具と併せることができる。あるいは、またはそれに加えてさらに、研磨媒体を、ガラスおよび／または切削工具に施与することができる。研磨媒体の一例は、ポリシングペーストである。

【0026】

曲げ負荷時の亀裂伝播を止めるためには、さらに、溝が異なる方向に互いに斜めにまたは垂直に走る場合に有利である。その際特に、互いに斜めにまたは垂直に走る溝が交差することもできる。

【0027】

以下に、本発明をより詳しくかつ図面を参照しながら説明する。図面において、同一の符号はそれぞれ、同一または対応する要素を示す。

【図面の簡単な説明】

【0028】

【図1】図1は、板ガラス要素を示す。

【図2】図2は、本発明のもう1つの実施形態による板ガラス要素の横断面を示す。

【図3】図3は、図2に示す例の変形を示す。

【図4】図4は、ガラス要素のエッジの電子顕微鏡写真を示す。

【図5】図5は、ガラス要素のエッジの電子顕微鏡写真を示す。

【図6】図6は、ガラス要素のエッジの電子顕微鏡写真を示す。

【図7】図7は、切削工具を用いた板ガラス要素のエッジの加工を示す。

【図8】図8は、図1に示す例の変形であって、側面の範囲に溝を有するものを示す。

【図9】図9は、異なる加工を行ったエッジを有するガラス試料の、破壊強度およびワイブル係数の測定点を有するグラフを示す。

【図10】図10は、関連するワイブル線図を回帰線と共に示す。

【図11】図11は、関連するワイブル線図を回帰線と共に示す。

【図12】図12は、関連するワイブル線図を回帰線と共に示す。

【0029】

図1に、本発明による板ガラス要素1を斜視図で示す。板ガラス要素1は、2つの向かい合う、特にさらには互いに平行な、側面3、5を有する。板ガラス要素1の厚さDは、これらの側面3、5の間隔によって定められ、700μm未満であり、好ましくは300μm未満であり、好ましくは最大で200μmであり、特に好ましくは最大で150μmである。最大で100μmという、より小さな厚さも同様に可能であり、特に最大で70μmの厚さ、最大で50μmの厚さも同様に可能であり、またさらには、厚さが最大で30μmしかないことも同様に可能である。

【0030】

この図において、右側および左側に示す周囲のエッジ7の部分は、本発明により形成されたものである。これらの部分は、凸状に湾曲したエッジ面部分9を含む。このエッジ面部分9の、エッジ7の長手方向に対して垂直の方向での、一方の側面3から他方の向かい合

う側面 5 への行路に沿った弧長は、要素 1 の厚さ D の少なくとも $1/30$ であり、好ましくは少なくとも $1/20$ であり、特に好ましくは少なくとも $1/10$ である。図 1 には、これに関連する凸状に湾曲したエッジ面部分 9 の湾曲弧 24 が描かれている。

【0031】

さらに、図 1 に示すように、エッジ面部分 9 は、このエッジ面部分 9 が凸状に湾曲した部分に、溝 11 の形態の凹部を有する。これらの溝 11 は、わずかな深さしか有しない。亀裂伝播に効果的に抗するためには、これで十分である。いずれにせよ、本発明によれば、溝の長さがその幅および深さよりも大きいことが予定される。この図には、エッジ面部分 9 が側面 3 へと移行する箇所に、実際には存在しない仮想の境界線が描かれている。

【0032】

一実施形態（この実施形態は、図 1 に示す実施例においても実現されている）によれば、溝は複数の方向に延びている。それに伴って、溝が様々に互いに斜めにも存在している。溝 11 の長さおよび密度が十分である場合には、示されている例でもそうであるように、溝の交差が生じる。このことは有利である。それというのも、たとえ生じる亀裂の最初方向が他の溝 11 と平行であったとしても、このようにして、こうした亀裂が、高い確率で、ある溝の上を走るためである。方向の分布は、1 つ以上の優先方向を有しうる。同様に好ましくは所定方向に走る亀裂の発生を抑えるためには、優先方向が 1 つであることが有利でありうる。本発明の一実施形態によれば、溝は、エッジの長手方向に沿って優先方向を 1 つ有する。

【0033】

特に目指すべきことは、板ガラス要素のエッジ 7 において、面の勾配の急激な変化により生じ、かつその結果横断面における角として現れるような稜線を回避することである。なぜならば、そのような稜線は欠陥を生じ易く、また脆弱箇所を生じるためである。しかし、場合によっては他の理由から、そのような稜線が予定されることがあり、またその上、望ましいことがある。これは例えば、エッジにおける面部分が平坦であって、この平坦な面部分の境界部は、隣接する面の勾配が急激に変化する稜線によって形成されることが望ましいという場合でありうる。例えば、そのような面は、要素を固定するためには望ましい場合がある。図 2 に、一実施形態の一例を、横断面での稜線とともに示す。特にここでは、凸状に湾曲した 2 つのエッジ面部分 9 によってエッジ 7 が形成されており、これらのエッジ面部分 9 の間にはさらなる面部分 15 が広がっている。エッジ 7 での、この面部分 15 から隣接する面部分 9 への移行は、稜線 16 上で行われる。ここで、本発明の一実施形態によれば、板ガラス要素 1 の表面 2 のエッジ面部分 9 および面部分 15 上での接線 20 と接線 21 との間の角度が、最大で 45° 、好ましくは最大で 20° 、特に好ましくは最大で 10° であることが予定される。その際、接線 20、21 は、エッジ面部分 9 の湾曲の湾曲方向に対して垂直となるように、面部分に引かれる。この構造によって、接線 20、21 は、稜線 16 に対して垂直な平面内にも存在する。

【0034】

凸状に湾曲したエッジ面部分 9 にはさらに、曲率半径を割り当てることができる。この曲率半径は、弧 24 の 3 つの点、すなわち図 2 に示すように、弧 24 の始点 25、終点 27 および中点 26 を通る接触円により定義される。図 2 の例においては、板ガラス要素 1 の厚さ D の半分よりも大きい曲率半径が生じる。

【0035】

図 1 および図 2 の例は、板ガラス要素 1 のエッジ 7 の特に好ましい一実施形態を具体化したものである。本発明のこの実施形態は、エッジ 7 が、凸状に湾曲した 2 つのエッジ面部分 9 を含んでおり、これらのエッジ面部分 9 は、それぞれ側面 3、5 の一方に移行し、その際、これらのエッジ面部分 9 の間には、エッジ 7 のさらなる面部分 15 が広がり、この面部分 15 は、図 2 にも示すように、横断面において直線状に延在するということに基づいている。エッジ 7 が直線状に延在する場合には、この面部分 15 は平坦である。好ましくは、面部分 15 の表面は、側面 3、5 に対して垂直に延在する。

【0036】

10

20

30

40

50

図2の例に示すものとは異なって、このさらなる面部分15は、側面3、5の一方であってもよい。つまり、このさらなる面部分15がエッジの必須の構成成分ではないことも可能である。隣接する面部分15が、凸状に湾曲したもう1つのエッジ面部分9と一致していることも可能である。そのような一例を、図3の変形に示す。ここでは、エッジ7の2つのエッジ面部分9が互いに隣接しており、その結果、稜線上でのその接線20、21は、45°未満の小さな角度23を成している。

【0037】

図4から図6までは、本発明により加工された板ガラス要素1の電子顕微鏡写真を、倍率を増加させながら示したものである。この例の板ガラス要素1は、約100μmの厚さを有する。エッジ7は、各側面3、5上に、凸状に湾曲したエッジ面部分9を有する。図1に示す例と同様に、これら2つのエッジ面部分9の間には、さらなる、好ましくは湾曲していない、面部分15が、エッジ7の構成成分として延びている。エッジ面部分9は実質的に丸く湾曲しており、その際、曲率半径は板ガラス要素1の厚さの約四分の一である。図6に、エッジ面部分9の上面図を示す。

【0038】

図5および図6では、溝11が明らかに見て取れる。溝11は長く延びており、その長さは幅および深さを明らかに上回っている。さらに、溝11は異なる方向で互いに斜めにも走っており、そして部分的に交差していることが見て取れる。この例では、切削工具での加工に起因して、溝11の方向は多少なりともランダムである。しかし図6では、多くの溝11が左下から右上へ向かって斜めに走っており、その結果、方向の分布において、ある一定の優先方向が存在している。

【0039】

溝の深さは、平均で10nmの値を上回るが、5μmを超えることはなく、特に500nmの深さを超えることもない。こうしたことは、欠陥が生じにくい平滑な表面を保ちつつも、一方ではこの表面によってすでに溝において亀裂の伝播を停止できるようにするために有利である。

【0040】

以下に、板ガラス要素1の製造方法を詳細に説明する。本発明により形成されるエッジ7は、機械的切削により、特に、幾何学的に特定されない刃具を備えた工具を用いた切削方法により製造することができ、例えば、比較的小さなエッジ半径を有する任意の元の形状から研削および／またはポリッシングおよび／またはラッピングにより製造することができる。幾何学的に特定されない刃具を備えた工具を用いた切削とは、DIN 8589の意味での分類による方法と理解される。

【0041】

図7に、切削工具12を用いた、板ガラス要素1のエッジ7の加工を示す。切削工具12には、回転式研削体13が包含される。切削工具12を用いて、板ガラス要素1のエッジ7を加工するが、これは、エッジ7での曲率半径を増大させながら、エッジ面部分9を生じさせ、これらのエッジ面部分9は凸状に湾曲しているために側面3、5の少なくとも一方がこれらのエッジ面部分9へと移行するように加工するものである。エッジ面部分9の凸状の包絡面が板ガラス要素の厚さの少なくとも1/40の最小曲率半径を有するまで、加工を行う。この研削またはポリッシングのプロセスによって、同時に、エッジ面部分9において溝11の形態の凹部も設けられる。

【0042】

その際、一方では、図7にも示すように、切削工具が軟質であり、エッジ7にぴったりと合う（もしくは密着する）ことが有利である。他方では、切削工具が比較的高い押圧力で同一の相対的な動きが行われた際に、該切削工具によって比較的高度のガラス切削が生じる状態にある場合に有利である。このことと、切削工具がぴったりと合うことが相まって、エッジ7での曲率半径の増大が生じる。

【0043】

ポリッシング工具は、本方法の一実施形態によれば、ガラスの側面3、5に対して0°と9

10

20

30

40

50

0°との間の角度でエッジ7に当てられ、それに応じて動かされる。回転運動とエッジ7に沿った長手方向での動きの他に、図7に両方向の矢印で示すように、切削工具12の横方向への動きも可能である。研削体13の幾何学的形状は好ましくは、ガラスのエッジ7がこのステップでその他の範囲よりも強度にポリシング工具に押しつけられるような状態にある。

【0044】

研削体のヤング率が一定である場合には、エッジでより強く押しつけることによってより強い力がかかるとともに、その箇所での切削がより強度になる。例えば、採用する角度、加工時間、その他の加工パラメータ、工具材料および工具の幾何学的形状を適切に選択することによって、本発明によるエッジを形成することができる。

10

【0045】

加工プロセスは、1つまたは複数のプロセスステップで行うことができる。プロセスステップが複数である場合には、異なるステップにおいて、一方では、研削／ポリシング／ラッピングの工具、研磨媒体、例えば使用されるポリシングペーストを、またさらには、プロセスパラメータ（押圧力、回転速度、押圧角度、添加物質など）を、変更することができる。こうしたプロセスパラメータを、単独のプロセスステップ内で変更することもできる。特に、押圧角度を連続的に変更することができる。

【0046】

切削工具12あるいはその研削体13はいくつかの特性を有しており、これらは好ましくは所定の限度内で選択される：

20

ー 弾性：好ましくは、そのヤング率（複合体での平均ヤング率）が10GPa未満である研削体13が選択される。

【0047】

ー 粒径は好ましくは、上述の溝11の寸法が達成されうるように選択される。粒径は、粒子材料に応じて適宜異なっていてよい。好ましくは、180を上回る特性値（研削手段の製造者の団体による表示）を有する少なくとも1種の粒子が使用される。

【0048】

ー 粒子材料が適切に選択される。ここでは、粒子材料が、被加工ガラスよりも硬質であることが想定されう。好ましくは、材料は、ダイヤモンド、酸化セリウム、コランダム、酸化ジルコニウム、立方晶窒化ホウ素である。

30

【0049】

ー 切削時に用いられる粒子は、堅固に結合されているか、またはペーストや液体などの形態で、研削体13に与えられるかまたは研削体13もしくはガラスに施与することができる。しかし、堅固に結合されていない粒子の場合には、押圧力が比較的高いと切削も比較的高度に行われる、という前提が、場合によっては必ずしも成り立つわけではないかあるいは崩れることに留意すべきである。なぜならば、粒子が場合により押圧帯域から移送されてしまうためである。総じて、特定の実施例に限定されるものではないが、本方法のさらなる一実施形態によれば、板ガラス要素1の表面2への押圧力の増加に伴って切削の増大を生じる切削工具12を用いてエッジ7を加工することも予定される。

【0050】

40

必要な負荷がかけられた際に板ガラス要素1が強度に撓むことのないように、そしてこの撓みによって破壊または望ましくないポリシング作用が生じることのないように、板ガラス要素1は好ましくは、堅固な支持体上に固定される。しかし、相応する加工パラメータで以て、保持を行わずに自由に加工することも考えられる。

【0051】

図5の写真は、さらにもう1つの効果を示す。詳しく観察すると、互いに平行に位置する側面3、5の上にも、凸状に湾曲したエッジ面部分に続く表面範囲に溝11が存在することが分かる。それに応じて、一実施形態によれば、側面3、5の縁部側の帯状部も、上述の幾何学的形状を有する溝11を有する。このことは、エッジ近傍範囲での亀裂の伝播を抑える上で特に有利でありうる。図8には、図1のさらなる実施形態として概略的に、こ

50

の実施形態の一実施例を示す。この図から分かるように、凸状に湾曲したエッジ面部分 9 はそれぞれ側面 3、5 へと移行し、その際、側面 3、5 の、エッジ面部分 9 に隣接した範囲 18 も、同様に溝 11 を有する。その際、これらの溝 11 は特に、凸状に湾曲したエッジ面部分 9 から、側面 3、5 の隣接する範囲 18 へと続くこともできる。この図には、上記で論じた範囲の長さおよび大きさを明確に示すために、実際には存在しない境界線が描かれている。

【0052】

本発明を、多くのガラスに対して適用することができる。しかしながら好ましくは、本発明は、薄いシートへと良好に加工することができるとともに予定された薄いガラスの厚さでなお高い強度を有するガラスに対して適用される。

10

【0053】

使用されるガラスがアルカリを含有する場合には、本発明のさらなる一実施形態によれば、板ガラス要素 1 の化学強化も考えられる。化学強化は、エッジ加工の前および／または後に行うことができる。本発明の特別な一実施形態によれば、エッジ加工後に化学強化が行われ、それによって、エッジにおいて、凸状に湾曲したエッジ面部分 9 に沿って延びかつ相応して同様に湾曲したイオン交換帯域が形成される。その際、この特別なエッジ形態によって、化学強化により生じた強度向上がこの要素の縁部でも保たれる。

【0054】

有利に、低鉄ガラスまたは鉄不含のガラスを使用することができ、特に Fe_2O_3 含有率が 0.05 質量%未満、好ましくは 0.03 質量%未満であるガラスを使用することができる。なぜならば、こうしたガラスは吸収率が低く、したがって特に高められた透明性が可能となるためである。

20

【0055】

しかし、他の用途に関しては、灰色ガラスまたは着色ガラスも好ましい。

【0056】

一実施形態によれば、その使用のために強化されているガラスまたはガラスセラミックスが使用される。こうしたガラスまたはガラスセラミックスは、イオン交換により化学強化されていてもよいし、熱強化されていてもよいし、熱強化と化学強化とが組み合わされて行われていてもよい。

【0057】

ガラス材料としては、光学ガラスを利用することもでき、例えば重フリントガラス、ランタン重フリントガラス、フリントガラス、軽フリントガラス、クラウンガラス、ホウケイ酸クラウンガラス、バリウムクラウンガラス、重クラウンガラスまたはフルオロクラウンガラスを利用することができる。

30

【0058】

有利に、低鉄ガラスまたは鉄不含のガラスを使用することができ、特に Fe_2O_3 含有率が 0.05 質量%未満、好ましくは 0.03 質量%未満であるガラスを使用することができる。なぜならば、こうしたガラスは吸収率が低く、したがって特に高められた透明性が可能となるためである。

【0059】

しかし、他の用途に関しては、灰色ガラスまたは着色ガラスも好ましい。

40

【0060】

本発明は、いずれにせよすでに高強度であるガラスの機械的特性の最適化に特に適している。高強度ガラスは、典型的には、該ガラスが高い機械的応力にも曝される用途に使用される。したがって、このようなガラスは、面に作用する曲げ応力に耐えうるように設計されている。ここで、決定的に重要な脆弱箇所であるのが、ガラスのエッジである。このガラス板のエッジが欠陥を有しており、そしてさらには曲げ応力に曝されると、最終的には、その箇所で、高強度ガラス製のガラス板が極めて迅速に破壊する。今や、本発明によって、例えば 1 枚の比較的大きなガラス板を分割することによって個々のガラス板を集成する際に、エッジの品質が変わらないかどうかを調べることができる。例えば、摩滅によっ

50

てガラスエッジにクラックの損傷が残ることが考えられる。そうすると、ガラス板全体の強度が明らかに低下する。

【0061】

それに対して、本発明によって、極めて高強度の薄いガラスを達成することができた。アルモケイ酸板ガラス要素について、例えば500MPaを上回る強度と同時に、高いワイブル係数を測定することができた。これに関して、図9から図13までをもとに、一例を説明する。図9に、破壊強度およびワイブル係数の3つの測定点を有するグラフを示す。これらの3つの測定点30、31、32は、異なる加工を行ったエッジを有するガラス要素の強度を表す。これらのガラス要素は、エッジ加工に関してのみ異なっている。ガラス（アルミノケイ酸ガラス）の組成およびガラス要素の厚さ（100μm）は、同一である。

10

【0062】

図9に示す測定点は、関連するワイブル線図の回帰線の傾きおよび位置によって求めたものである。測定点30、31、32に関するワイブル線図を、回帰線とともに、図10、図11、図12に示す。

【0063】

まずこれらの測定点から読み取れることは、エッジの形成が強度に対して大きな影響を及ぼすということである。測定点30は、図10にワイブル線図として示されている破壊試験から求めたものである。試料は、クラック破壊によって生成されたエッジを有するガラス要素である。平均破壊強度として、 $T = 152.7 \text{ MPa}$ の値が求められる。ワイブル係数は、 $b = 9.09$ である。この測定点30によって、図9において曲線を引いた。この曲線は、測定点30に対して同一の5%フラクタイルを有する全ての線により定められる。したがって、この曲線上にある測定点は、同等の強度を有するガラス要素に属する。

20

【0064】

平均破壊強度428.6MPaおよびワイブル係数 $b = 5.0$ を有する、図9における測定点31は、図11に示す回帰線から求めたものである。図11のワイブル線図の測定値は、レーザーで切断したエッジを有するガラス試料について測定したものである。切り離し、あるいはエッジの作製は、CO₂レーザーを用いて行った。

【0065】

最後に、測定点32は、図12に示す回帰線から、ワイブル係数6.9および平均破壊強度572.7MPaで求められる。これらの値は、図4から図6までに示すのと同様に、本発明により加工したエッジ7を有する試料について測定したものである。

30

【0066】

これらの測定点30、31、32は、レーザーで切断されたエッジと本発明により加工されたエッジとがそれぞれ、クラック破壊により切断されたエッジよりも高い強度をもたらすことを裏付けている。その際、本発明により加工されたエッジ7の強度は、レーザーで切断されたエッジよりもさらに明らかに高い。

【0067】

以下に、本発明によりエッジ強度を監視することにより強度向上を達成することのできる高強度ガラスを示す。

【0068】

一実施形態によれば、モル組成（モル%）の以下の成分を有するガラスが適している：

40

【表 1】

成分	モル%
SiO ₂	56～70
Al ₂ O ₃	10.5～16
B ₂ O ₃	0～3
P ₂ O ₅	0～3
Na ₂ O	10～15
K ₂ O	0～2
MgO	0～3
ZnO	0～3
TiO ₂	0～2.1
SnO ₂	0～1
F	0.001～5

10

20

【0069】

その際さらに、さらなる条件として、B₂O₃のモル含分に対するフッ素のモル含分の比、すなわちF／B₂O₃は、0.0003から15までの範囲内、好ましくは0.0003から11までの範囲内、特に好ましくは0.0003から10までの範囲内にある。こうしたガラスは化学強化可能であり、モバイルディスプレイにおいてカバーガラスとして使用可能である。

【0070】

その際、以下の成分を含む組成が好ましい：

30

40

50

【表 2】

成分	モル%	
SiO ₂	61~70	
Al ₂ O ₃	11~14	
B ₂ O ₃	0~0.5	
Li ₂ O	0~0.1	
Na ₂ O	11~15	10
K ₂ O	0~2	
MgO	0~3	
CaO	0(不含)	
ZnO	0~1	
CeO ₂	0~0.05	
ZrO ₂	0(不含)	20
SnO ₂	0~0.3	
F	0.001~3	
F/B ₂ O ₃	0.002~6	

【 0 0 7 1 】

特に、以下の成分を含む組成が好ましい：

30

40

50

【表 3】

成分	モル%
SiO ₂	64~70
Al ₂ O ₃	11~14
B ₂ O ₃	0~0.5
Li ₂ O	0~0.1
Na ₂ O	11~15
K ₂ O	0~2
MgO	0~3
CaO	0 (不含有)
ZnO	<0.1
CeO ₂	0~0.05
ZrO ₂	0 (不含有)
SnO ₂	0~0.3
F	0.001~1
F/B ₂ O ₃	0.002~2

10

20

【0072】

好ましくは、本発明のさらなる一実施形態によればさらに、以下の成分（質量％）からなる以下のガラス組成のホウケイ酸ガラスが使用される：

SiO₂ 60~85Al₂O₃ 1~10B₂O₃ 5~20Li₂O+Na₂O+K₂Oの合計 2~16

MgO+CaO+SrO+BaO+ZnOの合計 0~15

TiO₂+ZrO₂の合計 0~5P₂O₅ 0~2

および場合により、着色酸化物の添加物、例えばNd₂O₃、Fe₂O₃、CoO、NiO、V₂O₅、Nd₂O₃、MnO₂、TiO₂、CuO、CeO₂、Cr₂O₃、希土類酸化物を0~5質量％の含有率で、あるいは「黒色ガラス」に関しては0~15質量％の含有率で、および清澄剤、例えばAs₂O₃、Sb₂O₃、SnO₂、SO₃、Cl、F、CeO₂を0~2質量％の含有率で含む。

30

40

【0073】

さらに適したガラスの一群は、無アルカリホウケイ酸ガラスである。ここでは、以下の組成（質量％）が好ましい：

50

【表 4】

成分	質量%
SiO ₂	>58~65
Al ₂ O ₃	>14~25
B ₂ O ₃	>6~10.5
MgO	0~<3
CaO	0~9
BaO	>3~8
ZnO	0~<2

10

【0074】

こうしたガラスは、米国特許出願公開第2002/0032117号明細書（US 2002/0032117 A1）にも記載されており、ガラス組成およびガラス特性に関する該文献の内容も完全に本願の対象とされる。このクラスのガラスは、本出願人よりAF32の商品名で販売されている。

【0075】

以下の表に、さらに適した無アルカリホウケイ酸ガラスの成分の含分を列挙するとともに、右欄に、類似の特性を有するガラスのクラスの、このガラスをベースとする組成範囲を列挙する：

20

【表 5】

成分	例示的質量%	範囲（質量%）
SiO ₂	70	67~73
Al ₂ O ₃	10	8~12
B ₂ O ₃	10	8~12
CaO	6	4~9
BaO	1	0.5~2
SrO	3	2~4

30

【0076】

好ましいガラスタイプのさらなるクラスは、以下の成分（質量%）を有するホウケイ酸ガラスである：

40

50

【表 6】

成分	質量%
SiO ₂	30～85
B ₂ O ₃	3～20
Al ₂ O ₃	0～15
Na ₂ O	3～15
K ₂ O	3～15
ZnO	0～12
TiO ₂	0.5～10
CaO	0～0.1

10

【0077】

複数のガラスのうちのこのクラスのガラスの1つが、SchottガラスD 263である。これらのガラスは、詳細な組成とともに、米国特許出願公開第2013/207058号明細書（US 2013/207058 A1）にも記載されており、ガラス組成およびその特性に関する該文献の内容も完全に本願の対象とされる。

20

【0078】

ソーダ石灰ガラスも適している。以下の表に、2つの実施例と、好ましい組成範囲による成分の割合（質量%）を列挙する：

【表 7】

	ガラス 1	ガラス 2	範囲：
SiO ₂	74.42	71.86	63～81
Al ₂ O ₃	0.75	0.08	0～2
MgO	0.30	5.64	0～6
CaO	11.27	9.23	7～14
Li ₂ O	0.00	0.00	0～2
Na ₂ O	12.9	13.13	9～15
K ₂ O	0.19	0.02	0～1.5
Fe ₂ O ₃	0.01	0.04	0～0.6
Cr ₂ O ₃	0.00	0.00	0～0.2
MnO ₂	0.00	0.00	0～0.2
Co ₃ O ₄	0.00	0.00	0～0.1
TiO ₂	0.01	0.01	0～0.8
SO ₃	0.16	0.00	0～0.2
Se	0.00	0.00	0～0.1

30

【0079】

その際、ガラス2は、フロート法での板ガラスの製造に特に良好に適している。

40

【0080】

一実施形態によればさらに、ガラスとして、以下の成分（質量%）からなる以下の組成のソーダ石灰ケイ酸塩ガラスが使用される：

SiO₂ 40～80

Al₂O₃ 0～6

B₂O₃ 0～5

Li₂O+Na₂O+K₂Oの合計 5～30

MgO+CaO+SrO+BaO+ZnOの合計 5～30

TiO₂+ZrO₂の合計 0～7

P₂O₅ 0～2

50

および場合により、着色酸化物の添加物、例えば Nd_2O_3 、 Fe_2O_3 、 CoO 、 NiO 、 V_2O_5 、 Nd_2O_3 、 MnO_2 、 TiO_2 、 CuO 、 CeO_2 、 Cr_2O_3 、希土類酸化物を 0～5 質量%の含有率で、あるいは「黒色ガラス」に関しては 0～15 質量%の含有率で、および清澄剤、例えば As_2O_3 、 Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SO_3 、 Cl 、 F 、 CeO_2 を 0～2 質量%の含有率で含む。

【0081】

本発明のさらなる一実施形態によれば、ガラス材料のために、以下の成分（質量%）からなる以下の組成のリチウムアルミニウムケイ酸塩ガラスが使用される：

SiO_2 55～69
 Al_2O_3 19～25
 Li_2O 3～5
 $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ の合計 0～3
 $\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO}$ の合計 0～5
 ZnO 0～4
 TiO_2 0～5
 ZrO_2 0～3
 $\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2 + \text{SnO}_2$ の合計 2～6
 P_2O_5 0～8
 F 0～1

10

B_2O_3 0～2

20

および場合により、着色酸化物の添加物、例えば Nd_2O_3 、 Fe_2O_3 、 CoO 、 NiO 、 V_2O_5 、 Nd_2O_3 、 MnO_2 、 TiO_2 、 CuO 、 CeO_2 、 Cr_2O_3 、希土類酸化物を 0～1 質量%の含有率で、および清澄剤、例えば As_2O_3 、 Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SO_3 、 Cl 、 F 、 CeO_2 を 0～2 質量%の含有率で含む。

【0082】

好ましくはさらに、支持体材料として、以下の成分（質量%）からなる以下のガラス組成のアルカリアルモシリケートガラスが使用される：

SiO_2 40～75
 Al_2O_3 10～30
 B_2O_3 0～20
 $\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ の合計 4～30
 $\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO} + \text{ZnO}$ の合計 0～15
 $\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$ の合計 0～15
 P_2O_5 0～10

30

および場合により、着色酸化物の添加物、例えば Nd_2O_3 、 Fe_2O_3 、 CoO 、 NiO 、 V_2O_5 、 Nd_2O_3 、 MnO_2 、 TiO_2 、 CuO 、 CeO_2 、 Cr_2O_3 、希土類酸化物を 0～5 質量%の含有率で、あるいは「黒色ガラス」に関しては 0～15 質量%の含有率で、および清澄剤、例えば As_2O_3 、 Sb_2O_3 、 SnO_2 、 SO_3 、 Cl 、 F 、 CeO_2 を 0～2 質量%の含有率で含む。

【0083】

40

好ましくはさらに、支持体材料として、以下の成分（質量%）からなる以下のガラス組成の無アルカリアルミノシリケートガラスが使用される：

SiO_2 50～75
 Al_2O_3 7～25
 B_2O_3 0～20
 $\text{Li}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ の合計 0～0.1
 $\text{MgO} + \text{CaO} + \text{SrO} + \text{BaO} + \text{ZnO}$ の合計 5～25
 $\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2$ の合計 0～10
 P_2O_5 0～5

および場合により、着色酸化物の添加物、例えば Nd_2O_3 、 Fe_2O_3 、 CoO 、 Ni

50

O、V₂O₅、Nd₂O₃、MnO₂、TiO₂、CuO、CeO₂、Cr₂O₃、希土類酸化物を0～5質量%の含有率で、あるいは「黒色ガラス」に関しては0～15質量%の含有率で、および清澄剤、例えばAs₂O₃、Sb₂O₃、SnO₂、SO₃、Cl、F、CeO₂を0～2質量%の含有率で含む。

【0084】

好ましくはさらに、以下の成分（質量%）からなる以下のガラス組成の低アルカリアルミノシリケートガラスが使用される：

SiO₂ 50～75

Al₂O₃ 7～25

B₂O₃ 0～20

Li₂O+Na₂O+K₂Oの合計 0～4

MgO+CaO+SrO+BaO+ZnOの合計 5～25

TiO₂+ZrO₂の合計 0～10

P₂O₅ 0～5

および場合により、着色酸化物の添加物、例えばNd₂O₃、Fe₂O₃、CoO、NiO、V₂O₅、Nd₂O₃、MnO₂、TiO₂、CuO、CeO₂、Cr₂O₃、希土類酸化物を0～5質量%の含有率で、あるいは「黒色ガラス」に関しては0～15質量%の含有率で、および清澄剤、例えばAs₂O₃、Sb₂O₃、SnO₂、SO₃、Cl、F、CeO₂を0～2質量%の含有率で含む。

【0085】

例えば、マインツ在Schott AG社よりD263、D263 eco、B270、B270 eco、Borofloat、Xensation Cover、Xensation cover 3D、AF45、AF37、AF 32またはAF32 ecoの名称で販売されているような薄いガラスを使用することができる。

【0086】

さらなる一実施形態において、板ガラス要素は、ガラスセラミックスであるか、またはガラスセラミックス板を含み、その際、このガラスセラミックスは、セラミックス化されたアルミノシリケートガラスまたはリチウムアルミノシリケートガラスからなり、特に、化学硬化および／または熱硬化されたセラミックス化アルミノシリケートガラスまたはリチウムアルミノシリケートガラスからなる。さらなる一実施形態において、脆性破壊を生じる材料は、セラミックス化可能な出発ガラスであって、火災発生時に熱作用下でセラミックス化されるかまたはさらにセラミックス化が進行する出発ガラスを含み、それゆえに、高められた火災安全性がもたらされる。

【0087】

好ましくは、以下の組成（質量%）を有する、出発ガラスのガラスセラミックスまたはセラミックス化可能なガラスが使用される：

Li₂O 3.2～5.0

Na₂O 0～1.5

K₂O 0～1.5

Na₂O+K₂Oの合計 0.2～2.0

MgO 0.1～2.2

CaO 0～1.5

SrO 0～1.5

BaO 0～2.5

ZnO 0～1.5

Al₂O₃ 19～25

SiO₂ 55～69

TiO₂ 1.0～5.0

ZrO₂ 1.0～2.5

SnO₂ 0～1.0

$\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2 + \text{SnO}_2$ の合計 2.5～5.0

P_2O_5 0～3.0。

【0088】

他の一実施形態において、以下の組成（質量％）を有する、出発ガラスのガラスセラミックスまたはセラミックス化可能なガラスを使用することが好ましい：

Li_2O 3～5

Na_2O 0～1.5

K_2O 0～1.5

$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ の合計 0.2～2

MgO 0.1～2.5

CaO 0～2

SrO 0～2

BaO 0～3

ZnO 0～1.5

Al_2O_3 15～25

SiO_2 50～75

TiO_2 1～5

ZrO_2 1～2.5

SnO_2 0～1.0

$\text{TiO}_2 + \text{ZrO}_2 + \text{SnO}_2$ の合計 2.5～5

P_2O_5 0～3.0。

【0089】

他の一実施形態において、以下の組成（質量％）を有する、出発ガラスのガラスセラミックスまたはセラミックス化可能なガラスを使用することが好ましい：

Li_2O 3～4.5

Na_2O 0～1.5

K_2O 0～1.5

$\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ の合計 0.2～2

MgO 0～2

CaO 0～1.5

SrO 0～1.5

BaO 0～2.5

ZnO 0～2.5

B_2O_3 0～1

Al_2O_3 19～25

SiO_2 55～69

TiO_2 1.4～2.7

ZrO_2 1.3～2.5

SnO_2 0～0.4

$\text{TiO}_2 + \text{SnO}_2$ の合計 2.7未満

P_2O_5 0～3

$\text{ZrO}_2 + 0.87 (\text{TiO}_2 + \text{SnO}_2)$ の合計 3.6～4.3。

【0090】

ガラスセラミックスは好ましくは、主要な結晶相として、高石英混晶またはケアタイト混晶を含む。結晶サイズは、好ましくは70nm未満であり、特に好ましくは50nm以下であり、極めて特に好ましくは10nm以下である。

【0091】

本発明による板ガラス要素は、

- 薄膜蓄電池としての、例えば再充電可能なリチウム系薄膜蓄電池への、
- 電子部品および／または光学部品のための支持体としての、

10

20

30

40

50

- － 複合材料のための層材料としての、
- － 電氣的接続の立体的な再配線を行うための、インターポーザ要素としての、
- － 電子表示装置のカバーガラスとしての、特にタッチスクリーンのカバーガラスとしての、
- － 携帯電話またはテレビの部分としての、
- － 鏡面基板または封着体としての、特に電子部品用の鏡面基板または封着体としての、
- － 生物学的用途、例えばシーケンシングにおけるパターン化された要素のための出発製品としての、生物学的フィルタとしての、または細胞増殖用のベースプレートとしての使用に、特に適している。

【符号の説明】

10

【0092】

- 1 板ガラス要素
- 2 1の表面
- 3 1の側面
- 5 1の側面
- 7 エッジ
- 9 エッジ面部分
- 11 溝
- 12 切削工具
- 13 研削体
- 15 9に隣接する面部分
- 16 稜線
- 18 3、5の、溝が設けられた表面範囲
- 20 9での接線
- 21 15での接線
- 23 20と21との間の角度
- 24 弧
- 25 始点
- 26 中点
- 27 終点
- 30 破壊強度およびワイブル係数に関する測定点
- 31 破壊強度およびワイブル係数に関する測定点
- 32 破壊強度およびワイブル係数に関する測定点

20

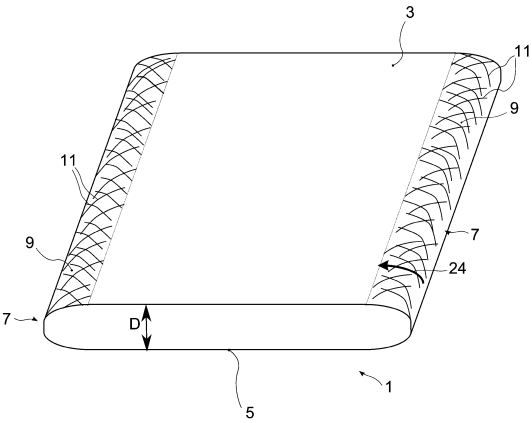
30

40

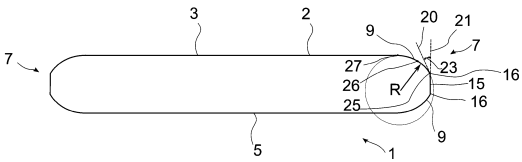
50

【図面】

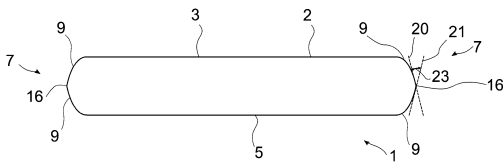
【図 1】



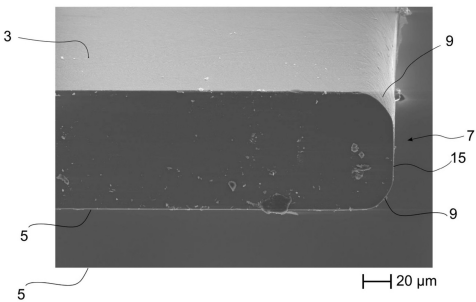
【図 2】



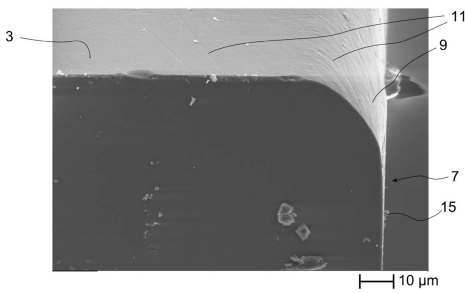
【図 3】



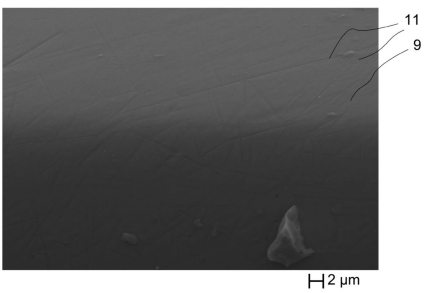
【図 4】



【図 5】



【図 6】



10

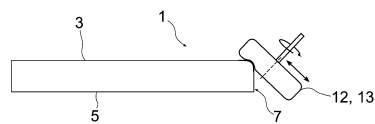
20

30

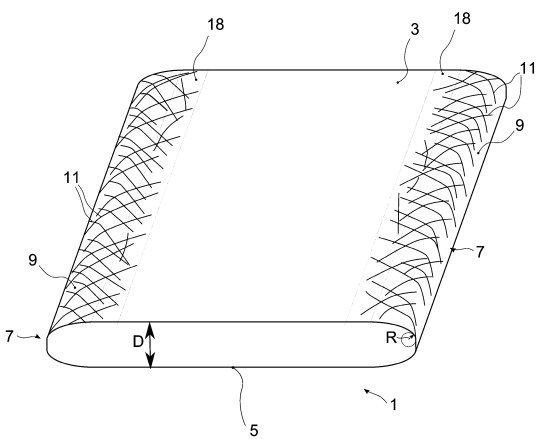
40

50

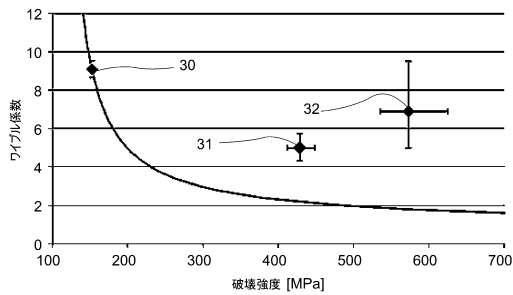
【図 7】



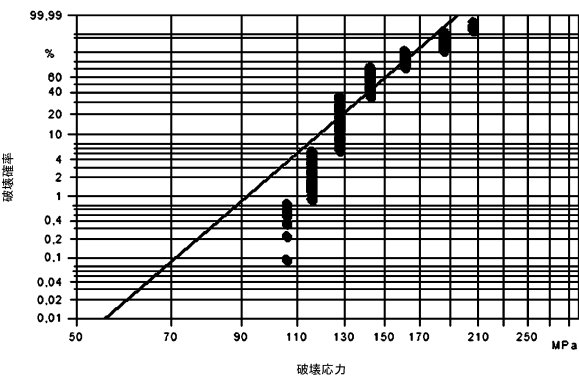
【図 8】



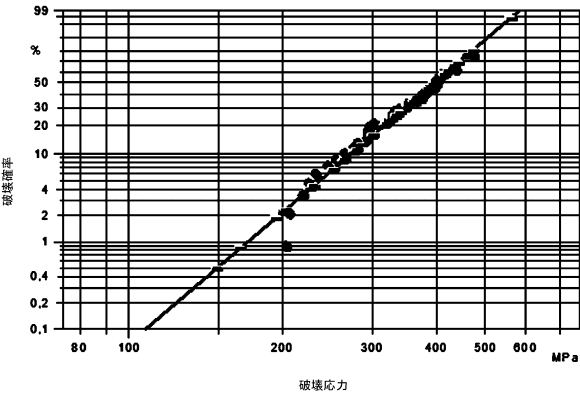
【図 9】



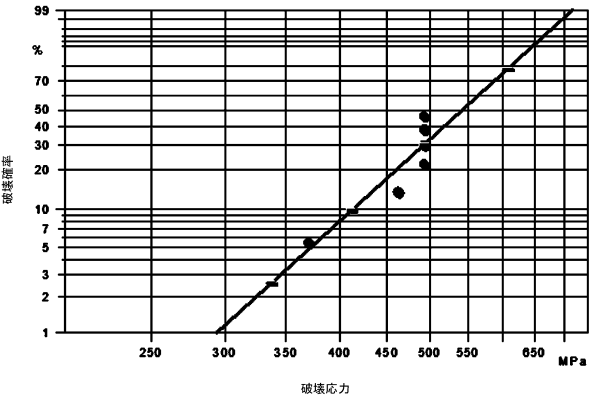
【図 10】



【図 1 1】



【図 1 2】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

弁理士 上島 類

(72)発明者 マティアス ヨッツ

ドイツ連邦共和国 アルフェルト (ライネ) フォア デア リンデ 5

(72)発明者 マークス ハイスーシュケ

ドイツ連邦共和国 ビショフスハイム マインシュトラーセ 29

(72)発明者 ハウケ エーゼマン

ドイツ連邦共和国 ヴェルシュタット ノイボアンシュトラーセ 12

(72)発明者 クレメンス オッターマン

ドイツ連邦共和国 ハッタースハイム エップシュタイナー シュトラーセ 4

(72)発明者 クラウディア シュトルツ

ドイツ連邦共和国 インゲルハイム オットーネンシュトラーセ 31

審査官 須藤 英輝

(56)参考文献 特開2011-140409 (JP, A)

特開2014-179160 (JP, A)

特開2013-099821 (JP, A)

国際公開第2015/152316 (WO, A1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

C03C 15/00-23/00

B24B 1/00-1/04

B24B 9/00-19/28