

(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
2010 年 9 月 16 日(16.09.2010)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2010/104039 A1

(51) 国際特許分類:

B24B 9/00 (2006.01) H01J 9/24 (2006.01)
C03C 19/00 (2006.01) H01J 17/16 (2006.01)
G02F 1/1333 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2010/053800

(22) 国際出願日: 2010 年 3 月 8 日(08.03.2010)

(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 2009-056939 2009 年 3 月 10 日(10.03.2009) JP
特願 2009-240672 2009 年 10 月 19 日(19.10.2009) JP
特願 2009-240674 2009 年 10 月 19 日(19.10.2009) JP
特願 2010-000570 2010 年 1 月 5 日(05.01.2010) JP
特願 2010-022112 2010 年 2 月 3 日(03.02.2010) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本電気硝子株式会社(NIPPON ELECTRIC GLASS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5208639 滋賀県大津市晴嵐 2 丁目 7 番 1 号 Shiga (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 下津 浩一 (SHIMOTSU Koichi) [JP/JP]; 〒5208639 滋賀県大津市晴嵐 2 丁目 7 番 1 号 日本電気硝子株式会

社内 Shiga (JP). 中津 広之(NAKATSU Hiroyuki) [JP/JP]; 〒5208639 滋賀県大津市晴嵐 2 丁目 7 番 1 号 日本電気硝子株式会社内 Shiga (JP). 三成 泰紀(MINARI Taiki) [JP/JP]; 〒5208639 滋賀県大津市晴嵐 2 丁目 7 番 1 号 日本電気硝子株式会社内 Shiga (JP). 高橋 祐之(TAKAHASHI Yuji) [JP/JP]; 〒5208639 滋賀県大津市晴嵐 2 丁目 7 番 1 号 日本電気硝子株式会社内 Shiga (JP). 江田 道治(ETA Michiharu) [JP/JP]; 〒5208639 滋賀県大津市晴嵐 2 丁目 7 番 1 号 日本電気硝子株式会社内 Shiga (JP). 饗場 久敏(AIBA Hisatoshi) [JP/JP]; 〒5208639 滋賀県大津市晴嵐 2 丁目 7 番 1 号 日本電気硝子株式会社内 Shiga (JP).

(74) 代理人: 田中 秀佳, 外(TANAKA Hideyoshi et al.); 〒5500002 大阪府大阪市西区江戸堀 1 丁目 1 5 番 2 6 号 江原特許事務所 Osaka (JP).

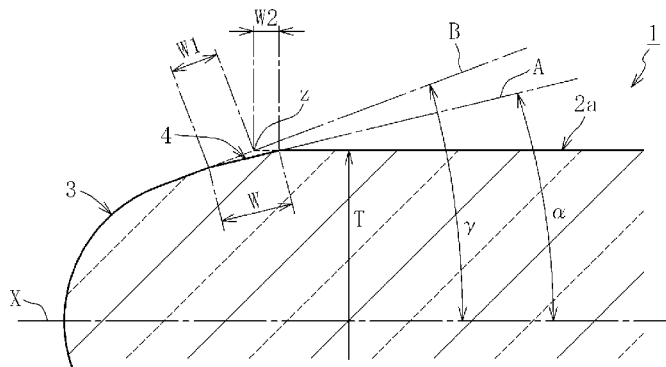
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL,

[続葉有]

(54) Title: GLASS SUBSTRATE AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 発明の名称: ガラス基板およびその製造方法

[図1]



(57) Abstract: Provided is a glass substrate (1) having the front surface (2a), the rear surface (2b), and the edge surface (3b) between the outer circumferential ends of the both surfaces (2a, 2b). A chamfered surface (4) is formed on the boundary section between the front surface (2a) and/or the rear surface (2b) and the edge surface (3b), the ten-point average roughness (Rz_1) of the edge surface (3b), and the average length (RSm_2) of the roughness curve elements of the chamfered surface (4) is longer than the average length (RSm_1) of the roughness curve elements of the edge surface. Preferably, the ten-point average roughness (Rz_2) of the chamfered surface (4) and the ten-point average roughness (Rz_1) of the edge surface (3b) satisfy the inequalities of $Rz_1 \leq 1.5$ and $1.5 \leq Rz_1/Rz_2 \leq 10.0$.

(57) 要約: 表面 (2a) および裏面 (2b) と、その両面 (2a、2b) の外周端の相互間に存する端面 (3b) とを有するガラス基板 (1) において、表面 (2a) および裏面 (2b) の少なくとも一方の面と端面 (3b) との間の境界部に面取り面 (4) が形成され、面取り面 (4) の十点平均粗さ Rz_2 を端面 (3b) の十点平均粗さ Rz_1 よりも小さく、且つ面取り面 (4) の粗さ曲線要素の平均長さ RSm_2 を、端面の粗さ曲線要素の平均長さ RSm_1 よりも大きくする。好ましくは、面取り面 (4) の十点平均粗さ Rz_2 及び端面 (3b) の十点平均粗さ Rz_1 を、 $Rz_1 \leq 1.5$ とし、且つ、 $1.5 \leq Rz_1/Rz_2 \leq 10.0$ の関係を満たすようにする。



WO 2010/104039 A1



PT, RO, RS, RU, 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.

GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL,
NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ,
CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN,
TD, TG).

- (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, LS, MW, MZ,
NA, 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
(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： ガラス基板およびその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、表面および裏面と、それら両面の外周端相互間に存する端面との間の境界部について、その面性状を適正化してなるガラス基板およびその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 周知のように、近年における画像（映像）表示装置は、液晶ディスプレイ（LCD）、プラズマディスプレイ（PDP）、フィールドエミッションディスプレイ（FED）、有機ELディスプレイ（OLED）などに代表されるフラットパネルディスプレイ（FPD）が主流となっている。また、有機ELは、OLEDのように微細な三原色をTFTにより明滅させず、単色（例えば白色）のみで発光させてLCDのバックライトや屋内照明の光源などの平面光源としても利用されつつある。

[0003] これらのFPDや照明は何れも、ガラス基板の表面に、それぞれの素子や配線を含む種々の構成物を付設等し且つ組み合わせることにより構成される。特に、FPDは、生産性効率化の観点から、一枚の大型のガラス基板上に複数個のFPD用パネル素子などを形成し、最終的にそれらを適宜分割して個々のFPD用ガラスパネルとする所謂マルチ採りが行われている。このマルチ採りは、ガラス基板が大型化するに連れて効率が向上することから、一辺の長さが3mを超えるガラス基板が使用されるに至っている。更に、近年においては、FPD自体の大型化が推進されていることから、その重量増を阻止する要請に応じるために、ガラス基板としては、より薄肉のものが必要となっている。また、この種のガラス基板は、上述のFPDや有機EL照明以外に、太陽電池のガラス基板としても利用されるに至っている。

[0004] そして、これらのFPD、有機EL照明、および太陽電池の製造工程においては、ガラス基板を例えば定盤から持ち上げる工程や熱処理する工程が存

在しており、これらの工程でガラス基板を持ち上げる際には、次に示すような問題が生じる。

[0005] すなわち、ガラス基板は、そのサイズが大型化し且つ薄肉化が進むと、持ち上げ時に極めて大きな撓みが生じ、その撓みに起因して凸になる面には引張り応力が作用すると共に、凹になる面には圧縮応力が作用する。その場合、ガラス基板は、表面および裏面と、これら両面の外周端相互間に存する端面とが、それぞれ境界部を介して連なる形態を有するが、ガラス基板が撓んだ場合には、上述の境界部に当該応力が集中する。したがって、ガラス基板が撓んだ際には、凸になる表面または裏面とその面に接続された端面との境界部周辺に大きな引っ張り応力が生じる。そのため、ガラス基板の表裏両面と端面とのそれぞれの境界部周辺に、傷やクラック或いは異物などの微小欠陥が存在していると、ガラス基板が撓んだ際に当該欠陥付近に大きな引張り応力が生じると共に当該欠陥に応力集中が発生し、微小欠陥が拡大して一挙にガラス基板を破損に至らしめる。

[0006] 上述のガラス基板の熱処理工程においても、これと同様の問題が生じる。すなわち、ガラス基板は、温度上昇に伴って膨張すると共に温度低下に伴って収縮するが、熱処理工程でガラス基板に不当な温度分布が生じると、一枚のガラス基板内に、膨張と収縮が生じて引張り応力と圧縮応力とが混在することになる。その場合に、ガラス基板の表裏両面と端面との境界部周辺に微小欠陥が存在し且つ当該境界部に引っ張り応力が生じると、その微小欠陥に応力集中が発生し、ガラス基板を破損に至らしめる。

[0007] ところで、この種のガラス基板は、分割することにより所望の大きさとされるが、その分割方法としては、ガラス基板の表面にダイヤモンドチップ等でスクライブ線を刻設し、そのスクライブ線に引張り応力が作用するように力を加えて、ガラス基板を割断する所謂折割りが一般的に採用されている。このような分割方法では、分割後のガラス基板の表裏両面と端面との境界部に、無数の微小欠陥が生じることになるので、上述のようにガラス基板の撓み時や熱処理時に当該ガラス基板が破損する確率が高くなる。

[0008] このような問題に対処すべく、特許文献 1、2 によれば、ガラス基板の表裏両面と端面との境界部に研磨処理を施して面取り面を形成すると共に、端面よりも研磨後の面取り面を滑らかにすることが開示されている。詳しくは、特許文献 1 によれば、ガラス基板の端面は表裏両面に対して直角であって、その端面の表面最大凹凸が 0.05 mm 以下で且つ面取り面の表面最大凹凸が 0.007 mm 以下であることが好ましいと記載されている。また、特許文献 2 によれば、ガラス基板の端面が、表裏両面の外周端から湾曲して外方に突出しており、その端面の表面最大凹凸が 0.04 mm 以下で且つ面取り面の表面最大凹凸が 0.007 mm 以下であることが好ましいと記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献 1：特開平 9-278466 号公報

特許文献 2：特開平 9-278467 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0010] しかしながら、特許文献 1、2 に開示されたガラス基板は、強化ガラスであるため、強化処理を施していないガラス基板に、同各文献と同様に面取り面を形成する処理を行っても、ガラス基板に撓みや不当な温度分布が生じた場合に、ガラス基板の破損の招来を確実に回避することはできない。すなわち、同各文献に記載された面取り面は、上記列挙した用途に使用されるガラス基板を含めて、どのようなガラス基板であっても好適に適用できるという面性状ではないと言える。

[0011] しかも、同各文献に記載されたガラス基板の面取り面の面性状は、表面最大凹凸をパラメータとして規定したものであり、このような規定に基づく面性状では、上述の如きガラス基板の破損を確実に阻止することはできない。すなわち、表面最大凹凸をパラメータとすること自体が最適であるとは言え

ないため、面取り面の面性状が同各文献に記載の規定を満たしていたとしても、基板の撓みや不当な温度分布に起因するガラス基板の破損に対しては的確に対処し得ないことになる。

[0012] 更に、同各文献にて規定された面取り面の面性状であれば、端面の研磨時に発生してガラス基板の表面に付着したガラスパーティクル等が、洗浄工程において、面取り面に滞留し易いという不具合をも招きかねない。そして、これが原因となって、乾燥工程において、ガラスパーティクル等が、ガラス基板の表面に付着した状態となり、ガラス基板の品位低下という致命的な欠陥をも招来する。

[0013] なお、以上のような問題は、ガラス基板の分割が既述の折割りによるもの以外、例えばレーザー切断等のようにレーザーを使用して分割されたガラス基板についてその境界部に研磨による面取り面を形成した場合においても、同様にして生じ得る。

[0014] そして、以上のような問題到来のおそれが否めないにも拘わらず、従来においては、その面性状を適切に規定するための具体的手段については、最適なものが見出されていないのが実情である。

[0015] 本発明は、上記事情に鑑み、ガラス基板の表面および裏面から端面に跨る境界面（面取り面）の面性状を適正化させることにより、強化処理が施されているか否かに拘わらず、ガラス基板の撓みや不当な温度分布に起因する破損の発生を確実に防止すると共に、ガラスパーティクルの問題をも解消することを技術的課題とする。

課題を解決するための手段

[0016] 上記技術的課題を解決するために創案された第1の発明は、表面および裏面と、その両面の外周端の相互間に存する端面とを有するガラス基板において、前記表面および裏面の少なくとも一方の面と前記端面との間の境界部に面取り面が形成され、該面取り面の十点平均粗さ R_{z2} が、前記端面の十点平均粗さ R_{z1} よりも小さく、且つ、該面取り面の粗さ曲線要素の平均長さ RS_{m2} が、前記端面の粗さ曲線要素の平均長さ RS_{m1} よりも大きいことに特徴づ

けられる。なお、表面粗さについては、東京精密社製サーフコム590Aを用いて測定を行うものとする（以下、同様）。また、ここでは、十点平均粗さ $R_{z\text{jis}}$ （ R_{z1} 、 R_{z2} ）および粗さ曲線要素の平均長さ RS_m （ RS_{m1} 、 RS_{m2} ）は、JIS B0601:2001に準拠している（以下、同様）。更に、「面取り面」とは、当該境界部に面取り加工を施して得られる面取り部の表面を意味する（以下、同様）。

[0017] このような構成によれば、ガラス基板の表面および裏面の少なくとも一方の面と端面との間の境界部に形成された面取り面の十点平均粗さが、端面の十点平均粗さよりも小さいのみならず、その面取り面の粗さ曲線要素の平均長さが、端面の粗さ曲線要素の平均長さよりも大きくされている。このように、十点平均粗さ $R_{z\text{jis}}$ および粗さ曲線要素の平均長さ RS_m をパラメータとして、面取り面の面性状と端面の面性状との関係を規定したことにより、当該境界部を起点として欠けやクラックが発生してガラス基板が欠損或いは破損すること、当該境界部からガラス片やガラスパーティクルが剥離除去すること、洗浄工程で当該境界部にガラスパーティクル等が滞留すること、および、乾燥工程でガラスパーティクル等がガラス基板の表面に付着して品位低下を招くこと等の不具合が効果的に回避される。そして、この第1の発明に係るガラス基板は、強化処理（熱強化処理）が施されていなくても、或いは施されていても、上記のような利点を得ることができる。

[0018] この第1の発明において、前記面取り面の十点平均粗さ R_{z2} および前記端面の十点平均粗さ R_{z1} は、 $R_{z2} \leq 1.5 \mu\text{m}$ であり、且つ、 $1.5 \leq R_{z1} / R_{z2} \leq 10.0$ の関係を満たすことが好ましい。

[0019] このようにすれば、上記の境界部に形成された面取り面の十点平均粗さ R_{z2} を $1.5 \mu\text{m}$ 以下とすることによって、当該境界部を起点とするガラス基板の破損等がより確実に抑止されて端面周辺の破壊強度が上昇すると共に、当該境界部でのガラスパーティクルの発生や滞留等の問題もより一層効果的に回避される。そして、端面の十点平均粗さ R_{z1} を面取り面の十点平均粗さで除算した値（ R_{z1} / R_{z2} ）が1.5未満であると、面取り面を形成したこ

とによる端面周辺の破壊強度の上昇効果が少なくなる。これに対して、 Rz_1/Rz_2 が10.0を超えると、面取り面と端面との粗さの差が大きくなり、この両面の境界に新たな応力集中による破損が誘起されるおそれがある。したがって、 Rz_1/Rz_2 は、上記の数値範囲内にあることが好ましい。

[0020] また、この第1の発明において、前記特定研磨面の粗さ曲線要素の平均長さ RSm_2 は、 $RSm_2 \geq 100 \mu m$ の関係を満たすことが好ましい。

[0021] このようにすれば、当該境界部を起点とするガラス基板の破損等、および当該境界部でのガラスパーティクルの発生や滞留等の問題がより一層効果的に回避される。特に、 $RSm_2 \geq 100 \mu m$ であることにより、面取り面のうねりの凹凸の間隔（周期）が大きくなり、表面積が抑えられるため、ガラスパーティクルが有効面（表面）に付着するという不具合が効果的に回避される。この場合、粗さ曲線要素の平均長さの比つまり RSm_1/RSm_2 は、0.1以上で且つ0.7以下であることが好ましい。すなわち、 RSm_1/RSm_2 が、0.1未満であると、端面と面取り面とのうねりの凹凸の間隔の差が大きくなって、その両者の境界で面性状が急激に変化するため、その境界に新たな破損起点が発生する。これに対して、 RSm_1/RSm_2 が、0.7を超えると、端面と面取り部との間で、うねりの凹凸の間隔の差が小さくなり、結論的には面取り面の形成によって凹凸が効率よく除去されていないことになり、破壊強度の上昇効果が不十分となる。したがって、 RSm_1/RSm_2 は上記の数値範囲内にあることが好ましい。

[0022] 上記技術的課題を解決するために創案された第2の発明は、表面および裏面と、その両面の外周端の相互間に存する端面とを有するガラス基板において、前記表面および裏面の少なくとも一方の面と前記端面との間の境界部に面取り面が形成され、該面取り面における突出谷部深さ Rvk が、 $Rvk \leq 0.95 \mu m$ の関係を満たすことに特徴づけられる。ここで、突出谷部深さ Rvk は、JIS B0671-2:2002に準拠している（以下、同様）。

[0023] このような構成によれば、ガラス基板の境界部に形成された面取り面の面

性状が、突出谷部深さ $R_v k$ をパラメータとして使用して規定されていることに加えて、その $R_v k$ が $0.95\mu m$ 以下と規定された面取り面を有するガラス基板であることから、当該ガラス基板の撓みや不当な温度分布に起因する破損並びにガラスパーティクルに起因する品位低下の問題が可及的に抑制される。すなわち、突出谷部深さ $R_v k$ は、面の平均的な凹凸よりも深い部分がどの程度であることを示す指標となる値であって、この値が大きければ異常に深い谷部分が存在することになる。そして、境界部がこのような異常谷部分を有する面性状であれば、撓みや不当な温度分布に起因して当該境界部に引張り応力が発生した場合に、異常に深い谷部分に応力集中が生じるため、破損を到来し易くなると共に、その異常に深い谷部分にガラスパーティクルが残存滞留し易くなる。しかしながら、上記のように境界部に形成された面取り面の突出谷部深さ $R_v k$ が $0.95\mu m$ 以下であると、境界部には異常に深い谷部分が存在しないことから、境界部に引張り応力が作用しても応力集中が生じ難くなると共に、ガラスパーティクルが残存滞留し難くなる。なお、このような観点から、境界部に形成された面取り面の突出谷部深さ $R_v k$ は、 $0.20\mu m$ 以下であることがより好ましい。また、ガラス基板の境界部における突出谷部深さ $R_v k$ は、この境界部の面取り面に接続する端面の突出谷部深さ $R_v k$ よりも小さいことが有効である。すなわち、ガラス基板の撓みや不当な温度分布に起因して当該ガラス基板の内部に応力が発生する場合には、それらの応力は、境界部付近に最も強く生じ易いことが判明している。そのため、境界部の突出谷部深さ $R_v k$ を、端面の突出谷部深さ $R_v k$ よりも小さくすれば、応力集中の生じ易い境界部からは、その応力集中の原因となる異常に深い谷部分が低減されていることになる。その結果として、ガラス基板の撓みや不当な温度分布に起因する破損を可及的に低減させることができ、これに加えてガラスパーティクルの残存滞留の問題も回避される。なお、ガラス基板の端面における突出谷部深さ $R_v k$ が、境界部の面取り面の突出谷部深さ $R_v k$ よりも小さくても、面性状の観点からは過剰品質になるものの、破損やガラスパーティクルの問題に支障が生じること

はない。そして、この第2の発明に係るガラス基板においても、強化処理（熱強化処理）が施されていないくても、或いは施されていても、上記のような利点を得ることができる。

[0024] 上記技術的課題を解決するために創案された第3の発明は、表面および裏面と、その両面の外周端の相互間に存する端面とを有するガラス基板において、前記表面および裏面の少なくとも一方の面と前記端面との間の境界部に面取り面が形成され、該面取り面における粗さ曲線の二乗平均平方根傾斜 $R\Delta q$ が、 $R\Delta q \leq 0.10$ の関係を満たすことに特徴づけられる。ここで、粗さ曲線の二乗平均平方根傾斜 $R\Delta q$ は、JIS B0601-2001に準拠している（以下、同様）。

[0025] このような構成によれば、ガラス基板の境界部に形成された面取り面の面性状が、粗さ曲線の二乗平均平方根傾斜 $R\Delta q$ をパラメータとして使用して規定されていることに加えて、その $R\Delta q$ が 0.10 以下と規定された面取り面を有するガラス基板であることから、当該ガラス基板の撓みや不当な温度分布に起因する破損並びにガラスパーティクルに起因する品位低下の問題が可及的に抑制される。すなわち、粗さ曲線の二乗平均平方根傾斜 $R\Delta q$ は、粗さ曲線における各凹部および各凸部における当該面の法線に対する傾斜の平均値であることから、この値が大きければ凹凸の傾斜が急であること、つまり谷底が鋭利な形状をなす凹部が多いことを意味している。そして、境界部がこのような性状の面取り面であれば、撓みや不当な温度分布に起因して当該境界部に引張り応力が発生した場合に、谷底が鋭利な形状をなす凹部に応力集中が生じるため、破損が到来し易くなると共に、その凹部にガラスパーティクルが残存滞留し易くなる。しかしながら、上記のように境界部に形成された面取り面における粗さ曲線の二乗平均平方根傾斜 $R\Delta q$ が 0.10 以下であると、境界部には鋭利な谷底を有する凹部が問題とならない程度に少ないことから、境界部に引張り応力が作用しても応力集中が生じ難くなると共に、ガラスパーティクルが残存滞留し難くなる。なお、このような観点から、境界部に形成された面取り面における粗さ曲線の二乗平均平方根傾

斜 $R \Delta q$ は、0.05以下であることがより好ましい。また、ガラス基板の境界面における粗さ曲線の二乗平均平方根傾斜 $R \Delta q$ は、この境界面に接続する端面の粗さ曲線の二乗平均平方根傾斜 $R \Delta q$ よりも小さいことが有効である。すなわち、ガラス基板の撓みや不当な温度分布に起因して当該ガラス基板の内部に応力が発生する場合には、それらの応力は、境界部付近に最も強く生じ易いことが判明している。そのため、境界部の粗さ曲線の二乗平均平方根傾斜 $R \Delta q$ を、端面の粗さ曲線の二乗平均平方根傾斜 $R \Delta q$ よりも小さくすれば、応力集中の生じ易い境界部からは、その応力集中の原因となる谷底が鋭利とされた凹部が低減されていることになる。その結果として、ガラス基板の撓みや不当な温度分布に起因する破損を可及的に低減させることができ、これに加えてガラスパーティクルの残存滞留の問題も回避される。なお、ガラス基板の端面における粗さ曲線の二乗平均平方根傾斜 $R \Delta q$ が、境界部の面取り面における粗さ曲線の二乗平均平方根傾斜 $R \Delta q$ よりも小さくても、面性状の観点からは過剰品質になるものの、破損やガラスパーティクルの問題に支障が生じることはない。そして、この第3の発明に係るガラス基板においても、強化処理（熱強化処理）が施されていなくても、或いは施されていても、上記のような利点を得ることができる。

[0026] 上記技術的課題を解決するために創案された第4の発明は、表面および裏面と、その両面の外周端の相互間に存する端面とを有するガラス基板において、前記表面および裏面の少なくとも一方の面と前記端面との間の境界部に面取り面が形成され、該面取り面における最大谷深さ R_v は、 $R_v \leq 2.0 \mu m$ の関係を満たすことに特徴づけられる。ここで、最大谷深さ R_v は、JIS B0601-2001に準拠している（以下、同様）。

[0027] このような構成によれば、ガラス基板の境界部に形成された面取り面の面性状が、最大谷深さ R_v をパラメータとして使用して規定されていることに加えて、その R_v が $2.0 \mu m$ 以下と規定された面取り面を有するガラス基板であることから、当該ガラス基板の撓みや不当な温度分布に起因する破損並びにガラスパーティクルに起因する品位低下の問題が可及的に抑制される

。すなわち、上記の面取り面の性状を表わす粗さ曲線には、山部と谷部とが存在しているが、谷部が深い場合に曲げや熱による引張応力が面取り面に作用すると、谷部を引き裂くようにその谷底に応力集中が生じ、これに起因して谷部の引き裂きが進展することにより、ガラス基板を破損に至らしめる。しかしながら、上記のように面取り面の最大谷深さ R_v が $2.0\mu\text{m}$ 以下であると、面取り面には、熱や曲げによる引張応力に起因して引き裂きが進展するような深さの谷部が存在していないことになり、ガラス基板の破損が到来し難くなるばかりでなく、谷部にガラスパーティクルが残存滞留し難くなる。なお、このような観点から、境界部に形成された面取り面の最大谷深さ R_v は、 $1.5\mu\text{m}$ 以下であることがより好ましい。また、ガラス基板の面取り面における最大谷深さ R_v は、この面取り面に接続する端面の最大谷深さ R_v よりも小さいことが有効である。すなわち、ガラス基板の撓みや不当な温度分布に起因して当該ガラス基板の内部に応力が発生する場合には、それらの応力は、境界部付近に最も強く生じ易いことが判明している。そのため、境界部（面取り面）の最大谷深さ R_v を、端面の最大谷深さ R_v よりも小さくすれば、応力集中の生じ易い境界部からは、その応力集中の原因となる深い谷部が低減もしくは消失していることになる。その結果として、ガラス基板の撓みや不当な温度分布に起因する破損を可及的に低減させることができ、これに加えてガラスパーティクルの残存滞留の問題も回避される。なお、ガラス基板の端面における最大谷深さ R_v が、境界部の面取り面における最大谷深さ R_v よりも小さくても、面性状の観点からは過剰品質になるものの、破損やガラスパーティクルの問題に支障が生じることはない。そして、この第4の発明に係るガラス基板においても、強化処理（熱強化処理）が施されていなくても、或いは施されていても、上記のような利点を得ることができる。

[0028] 以上の第1～第4の何れかの発明において、前記面取り面は、研磨処理により形成されていることが好ましい。

[0029] すなわち、ガラス基板の当該境界部に研磨処理による面取り面を形成する

ようにしたならば、同一の研磨処理を施すことにより、その面取り面における面性状（第1の発明では R_{zjis} および RS_m 、第2の発明では R_{vk} 、第3の発明では $R_{\Delta q}$ 、第4の発明では R_v ）を均一化できることになるため、単一のガラス基板の境界部に、長手方向全長に亘って均一な面性状を有する面取り面を形成することができる。加えて、複数のガラス基板についても、ガラス基板の別異に拘わらず、それぞれの境界部に同等の面性状を有する面取り面を形成することが可能となり、品質のバラツキを低減させることが可能となる。

[0030] 更に、前記面取り面は、前記端面の研磨処理後における研磨処理により形成されていることが好適である。

[0031] すなわち、先ずガラス基板の端面を研磨することにより当該端面の面性状を適度に良くしておき（第1の発明では R_{zjis} を小さく且つ RS_m を大きくし、第2の発明では R_{vk} を小さくし、第3の発明では $R_{\Delta q}$ を小さくし、第4の発明では R_v を小さくし）、その後、研磨により面取り面を形成することにより当該面取り面の面性状を前記端面の面性状よりも良くすれば、効率良くガラス基板の破損やパーティクルの問題を解消し得る面性状とすることができる。したがって、面性状の観点からは、効率的な処理となる。

[0032] 上記の構成において、前記端面は、前記表面および裏面の外周端の相互間に平坦面として形成することができる。

[0033] このようにすれば、表面および裏面の双方の面と端面との間のそれぞれの境界部が角張った状態となるため、引張応力の緩和の観点から、当該境界部に面取り面を形成する意義は大きくなる。この場合、ガラス基板の端面は、研磨処理が施されているものであってもよく、或いは、ガラス基板の分割をレーザー切断等のようにレーザーを使用して行ったものについては研磨処理が施されていなくてもよい。すなわち、ガラス基板の分割をレーザー切断等で行った場合には、平坦面として形成されるガラス基板の端面の面性状が、表面および裏面と略同等の面に近くなることから、端面に研磨を行うことなく、境界部に研磨による面取り面を形成するだけで充分となる。

- [0034] また、前記端面は、前記表面および裏面の外周端から板厚中央部にかけて外方に漸次突出する湾曲面として形成することもできる。
- [0035] このようにすれば、面取り面と端面との接続部、および面取り面と表面（または裏面）との接続部を、緩やかな屈曲部を介して連ならせることが可能となるため、面取り面周辺に生じる引張応力或いは応力集中を小さくする上で有利となる。
- [0036] このような端面形状の場合、前記端面の長手方向と直交し且つ前記表面及び裏面と直交する断面において、表面側の境界部に形成される前記面取り面の表面側への接線と、前記表面とのなす角度 α 、および、裏面側の境界部に形成される前記面取り面の裏面側への接線と、前記裏面とのなす角度 β は、それぞれ、 $10^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$ および $10^\circ \leq \beta \leq 30^\circ$ の関係を満たしていることが好ましい。
- [0037] すなわち、例えば、図7に平面視で示すように、板厚中央部にかけて外方に漸次突出する断面円弧状の端面3b1のみを研磨した後においては、当該端面3b1と表面（または裏面）2a1との境界部z1が、凹凸形状になると共に、この境界部z1は、本来ならば直線zxで示す位置に存在するものであるが、実際には表面（または裏面）2a1の中央側に偏倚して存在することになる。このような現象は、ガラス基板11の端面3b1の研磨時に、砥石の砥粒が、本来の境界となるべき直線zxよりも、表面（または裏面）2a1側に食い込むこと、および砥石の砥粒が、表面（または裏面）2a1側部分を剥離させることなどによって生じるものである。然るに、図8に縦断面で示すように、ガラス基板11の表面（または裏面）2a1と端面3b1との本来的に境界となるべき上記の直線zx近辺に、砥石の砥面6b1が 45° 程度の傾斜をもって接触したのでは、実際の境界部z1に砥石の砥面6b1が非接触となる。そのため、砥石が、この凹凸状の境界部z1を研磨できなかつたり、或いは境界部z1の一部のみを研磨できるに留まるなどして、結果的には凹凸状の境界部zが完全に研磨されず、この境界部に特定の研磨面からなる面取り面を形成できないという事態を招く。そこで、上記の

角度 α 、 β を 45° 以下とすることが好ましいが、この角度 α 、 β が 10° よりも小さいと、面取り面を研磨により形成する場合における端面側の研磨領域が狭くなり、当該端面と表面（または裏面）とのそれぞれの境界部に残存しているガラスチップング或いは欠けやクラック等の除去が不十分となるため、これを回避するには研磨領域を表面側（または裏面側）に広げる必要性が生じて、境界部として好ましくない形態となる。これに対して、上記の角度 α 、 β が 30° を超えると、面取り面を研磨により形成する場合における端面側の研磨領域を不当に広くしなければ、当該面取り面を形成できなくなり、生産性の悪化を招く。したがって、この角度 α 、 β が上記の数値範囲内にあれば、これらの不具合は生じない。このような観点から、より好ましくは、上記の角度 α 、 β の下限値が 15° とされ、上限値が 20° とされる。

[0038] 以上の構成において、板厚 T は、 $0.05\text{ mm} \leq T \leq 1.1\text{ mm}$ の関係を満たすことが好ましい。

[0039] すなわち、ガラス基板の板厚 T が 1.1 mm を超えると、当該ガラス基板の強度に対するガラス基板の板厚 T の影響が大きくなり、上述のガラス基板の破損につながる撓みや不当な温度分布による応力に対抗するための本発明（第1～第4の発明）特有の効果を十分に発揮し得なくなるおそれがある。これに対して、ガラス基板の板厚 T が 0.05 mm 未満であると、表面および裏面の双方の面と端面とのそれぞれの間の境界部に適正な研磨処理を施すことが困難となり得る。したがって、ガラス基板の板厚 T が上記の数値範囲内にあれば、このような不具合を回避することができる。なお、これらの観点から、より好ましくは、ガラス基板の板厚 T の下限値が 0.1 mm とされ、上限値が 0.7 mm とされる。

[0040] また、板厚 T と、前記面取り面の長手方向と直交する方向の幅 W とが、 $0.07 \leq W/T \leq 0.30$ の関係を満たすことが好ましい。

[0041] すなわち、 W/T が 0.07 未満であると、面取り面の形成領域が不十分となり、面取り面の存在による端面強度の上昇効果が少なくなる。これに対

して、 W/T が0.30を超えると、面取り面の形成に要する時間が長期化され、生産性が低下する。したがって、 W/T が上記の数値範囲内にあれば、このような不具合を回避し得る。なお、これらの観点から、より好ましくは、 $0.10 \leq W/T \leq 0.20$ の関係を満たすことである。

[0042] なお、以上の構成を備えたガラス基板は、面取り面が辺の全長に亘って形成されていることが好ましいが、板厚の薄いガラス基板等については、面取り面の研磨による形成の困難性を考慮して、平面視でのコーナ一部近傍を面取り面の形成箇所から除外してもよい。

[0043] 一方、上記技術的課題を解決するために創案された方法の発明は、上述の面取り面を形成してなるガラス基板を製造する方法であって、前記面取り面を研磨する研磨具として、回転軸と直交する研磨面を有する回転研磨具を使用し、且つ前記研磨面の外周部の粗度を内周部の粗度よりも小さく形成すると共に、ガラス基板の表面および裏面の少なくとも一方の面と研磨処理後の端面との間の境界部に対して、前記回転研磨具がその長手方向に相対的に直線移動しながら前記回転軸廻りに回転することにより、前記研磨面の外周部および内周部の双方によって前記面取り面を形成することに特徴づけられる。

[0044] このような方法によれば、回転研磨具の研磨面（砥面）が回転軸と直交し且つ該研磨面の外周部の粗度が内周部の粗度よりも小さくされているので、この回転研磨具を上述のガラス基板の境界部に対してその長手方向に相対的に直線移動させつつ回転軸廻りに回転させて該境界部の研磨処理を行う場合には、先ず研磨面における粗度の小さい外周部によって、当該境界部の微細削り（微細研磨）が行われていわゆる「ならし」効果が得られる。これにより、ガラス基板の境界部に対する面取り面形成の初期段階において、不当な応力集中が抑制され、且つガラス基板のばたつきに起因する欠け（初期チップング）やクラック等の発生が抑制された上で、当該境界部に初期段階に相当する面取り面が形成される。次段階として、回転研磨具が相対的に直線移動することにより、研磨面における粗度の大きい内周部が、上記の初期段階

に相当する面取り面に当接して、相対的な粗研磨が行われる。この相対的粗研磨によって、研磨の進行速度が高められるため、面取り面形成時間が短縮されると共に、相対的粗研磨の開始時には当該境界部が微細研磨されて上述の「ならし」が行われていることから、欠けやクラック等の発生或いはそれらの進展を招くことなく、円滑に相対的粗研磨が開始されて進行していく。最終段階として、回転研磨具がさらに相対的に直線移動することにより、研磨面における上述の粗度の小さい外周部が、相対的粗研磨を施された面取り面に当接して、仕上げ研磨が行われる。これにより、回転研磨具の振動が研磨面の移動方向後端から面取り面に作用することによる該面取り面の後端への欠けやクラック等の発生が抑止されると共に、相対的粗研磨に起因して面取り面に残存した微小な研削粉或いはガラス粉が除去されることになる。このように、単一の回転研磨具の相対的な直線移動に伴って、微細研磨（ならし）と、相対的粗研磨と、仕上げ研磨とからなる一連の研磨処理が、ガラス基板の境界部に対して順次施されることにより、欠けやクラック等の発生を抑止しつつ短時間で面取り面の形成処理を行うことが可能となるため、装置の簡素化および面取り面周辺の良い品位を確保した上で、大幅な生産性の向上が図られる。なお、回転研磨具とガラス基板とは、何れか一方または双方が直線移動すればよいが、ガラス基板の境界部の長手方向の寸法が、1000mm以上という大型のガラス基板の場合には、ガラス基板を作業台上等に固定した状態で回転研磨具をその境界部の長手方向に移動させるのが有利であり、その逆の小型のガラス基板の場合には、回転研磨具を定置設置してガラス基板が研磨面を横切るように直線移動させるのが有利である。そして、好ましくは、回転研磨具をスプリング等の弾性体を用いて弾性支持した状態で、上述のガラス基板の境界部に圧接させることにより、面取り面の面性状を好適なものとすることができる。

[0045] 更に、上記技術的課題を解決するために創案された方法の発明は、上述の端面の研磨処理後に面取り面を形成してなるガラス基板を製造する方法であって、ガラス基板の端面に対して粗研磨処理を施した後に仕上げ研磨処理を

施し、然る後、ガラス基板の表面および裏面の少なくとも一方の面と前記端面との間の境界部に、前記仕上げ研磨処理よりも細かい粒度を有する研磨具を用いて特定研磨処理を施すことにより前記面取り面を形成することに特徴づけられる。

- [0046] このような方法によれば、ガラス基板の端面を粗研磨と仕上げ研磨とによって効率よく短時間で例えば断面略円弧状等に研磨できると共に、その後の研磨として、さらにその端面をより細かい粒度の研磨具で同形状に研磨するのではなく、当該境界部に、より細かい粒度の研磨具で面取り面を形成するものである。そのため、端面と、面取り面と、表裏面との3種の面性状を、最適なものとして、端面強度を効率よく向上させることができる。そして、好ましくは、端面の粗研磨処理を行う研磨具と、端面の仕上げ研磨処理を行う研磨具と、特定研磨処理を行う研磨具とを、同一の経路上に配設しておくことにより、各研磨具が連続して相対的に直線移動しながら各研磨処理を行っていくことができ、各処理を別々に行う場合と比較して、処理時間を大幅に短縮して生産性の向上を図ることが可能となる。更に、好ましくは、特定研磨処理を行う研磨具をスプリング等の弾性体を用いて弾性支持した状態で、上述のガラス基板の境界部に圧接させることにより、面取り面の面性状を好適なものとすることができる。

発明の効果

- [0047] 以上のように本発明によれば、ガラス基板の表面および裏面の少なくとも一方の面と端面との間に存する境界部に面取り面が形成され、この面取り面の面性状が、適切なパラメータを使用して最適値に規定されているため、ガラス基板の撓みや不当な温度分布に起因して当該面取り面に引張応力が発生した場合であっても、ガラス基板の割れや欠けの原因となる応力集中が生じ難くなり、破損の発生確率が激減すると共に、ガラスパーティクルが残存滞留し難くなり製品の品位向上が図られる。

図面の簡単な説明

- [0048] [図1]本発明の実施形態に係るガラス基板の側縁部の長手方向と直交する方向

で切断した端面の要部拡大縦断面図である。

[図2] ガラス原板を切断して得られたガラス基板と、そのガラス基板の端面部を研磨する研磨具とを示す概略図である。

[図3] 端面研磨処理のみを行ったガラス基板の要部を示す縦断面図である。

[図4] 端面処理後のガラス基板に対して面取り面の形成処理を行っている状態を示す概略正面図である。

[図5] 端面処理後のガラス基板に対して面取り面の形成処理を行っている状態を示す概略平面図である。

[図6] 面取り面の形成後におけるガラス基板の要部を示す概略平面図である。

[図7] 従来の問題点を示すガラス基板の要部を示す概略平面図である。

[図8] 従来の問題点を示すガラス基板の要部を示す縦断面図である。

符号の説明

- [0049] 1 ガラス基板
- 2 a 表面
- 2 b 裏面
- 3 端面
- 4 面取り面
- 5 研磨具（第1、第2研磨具）
- 6 第3研磨具
- 6 a 第3研磨具の回転軸
- 6 b 第3研磨具の研磨面（砥面）
- 6 b a 第3研磨具の研磨面（砥面）の内周部
- 6 b b 第3研磨具の研磨面（砥面）の外周部
- A 面取り面の表面側への接線
- z 境界部
- α 接線と表面とのなす角度

発明を実施するための形態

- [0050] 以下、本発明の実施形態を添付図面を参照して説明する。なお、以下の実

施形態においては、LCD用に代表されるFPD用のガラス基板を対象とする。

- [0051] 図1は、本実施形態に係るガラス基板1の要部を拡大した縦断面図である。なお、同図は、ガラス基板1の表面2a側部分の形態のみを図示しているが、裏面側部分も板厚方向中心線Xを挟んで略対称となる形態をなしている。同図に示すように、このガラス基板1は、平面状の表面2aと、縦断面が凸状の円弧形状をなす端面3と、表面2aと端面3との間に形成された平面状の面取り面4とを有する。換言すれば、ガラス基板1は、表面2aおよび裏面の外周端相互間に存する端面3と、表面2aおよび裏面とが、それぞれ面取り面4を介して連なっている。なお、このガラス基板1は、強化処理（熱強化処理等）が施されていないが、当該処理が施されていても差し支えない。
- [0052] このガラス基板1の端面3は、本実施形態では粗研磨処理が施された後に仕上げ研磨処理が施された研磨面であると共に、表面2aは、成形面つまり未研磨面であり、且つ、面取り面4は、端面3の仕上げ研磨処理後に特定研磨処理が施された特定研磨面である。
- [0053] このガラス基板1の面取り面4の十点平均粗さ R_{z2} は、端面3の十点平均粗さ R_{z1} よりも小さく、且つ、面取り面4の粗さ曲線要素の平均長さ RS_{m2} は、端面3の粗さ曲線要素の平均長さ RS_{m1} よりも大きくされている。なお、表面2aは、鏡面であることから、その十点平均粗さは、面取り面4の十点平均粗さ R_{z2} よりも小さく、且つ、その粗さ曲線要素の平均長さは、面取り面4の粗さ曲線要素の平均長さ RS_{m2} よりも大きい。この場合、面取り面4の十点平均粗さ R_{z2} は、 $1.5\mu\text{m}$ 以下であると共に、端面3の研磨面の十点平均粗さ R_{z1} との比である R_{z1}/R_{z2} は、 1.5 以上で且つ 10.0 以下である。また、面取り面4の粗さ曲線要素の平均長さ RS_{m2} は、 $100\mu\text{m}$ 以上であると共に、端面3の粗さ曲線要素の平均長さ RS_{m1} との比である RS_{m1}/RS_{m2} は、 0.1 以上で且つ 0.7 以下である。
- [0054] また、このガラス基板1の面取り面4の突出谷部深さ R_{vk} は、 0.95

以下（好ましくは0.20以下）とされている。なお、表面2aは、鏡面であることから、その突出谷部深さ Rvk は、面取り面4の突出谷部深さ Rvk よりも小さい。

[0055] さらに、このガラス基板1の面取り面4の粗さ曲線の二乗平均平方根傾斜 $R\Delta q$ は、0.10以下（好ましくは0.05以下）とされている。なお、表面2aは、鏡面であることから、その粗さ曲線の二乗平均平方根傾斜 $R\Delta q$ は、面取り面4の粗さ曲線の二乗平均平方根傾斜 $R\Delta q$ よりも小さい。

[0056] また、このガラス基板1の面取り面4の最大谷深さ Rv は、 $2.0\mu m$ 以下（好ましくは $1.5\mu m$ 以下）とされている。なお、表面2aは、鏡面であることから、その最大谷深さ Rv は、面取り面4の最大谷深さ Rv よりも小さい。

[0057] 一方、図1に示す断面（端面3の長手方向と直交し且つ表面2aおよび裏面と直交する断面）においては、面取り面4の表面2a側への接線Aと表面2aとのなす角度 α は、 10° 以上で且つ 30° 以下（本実施形態では 18° ）であると共に、図示しないが、裏面側の面取り面も、その裏面側への接線と裏面とのなす角度が、 10° 以上で且つ 30° 以下（本実施形態では 18° ）である。

[0058] この場合、面取り面4は、端面3の研磨処理が行われたのみの状態での表面2aと端面3との波形をなす元の境界部zの周辺（図1に破線で示す部位の周辺）を、特定研磨処理により除去してなるものであり、その除去部は、元の境界部zから端面3側への幅 $W1$ が $70\mu m$ で且つ元の境界部zから表面2a側への幅 $W2$ が $30\mu m$ の領域である。なお、この元の境界部zの接線Bと表面2aとのなす角度 γ は、本実施形態では 25° である。

[0059] さらに、このガラス基板1は、その板厚 T が、 $1.1mm$ 以下で且つ $0.05mm$ 以上であると共に、面取り面4の幅 W （面取り面4の長手方向（辺に沿う方向）と直交し且つ表面2aおよび裏面と平行な方向の寸法）と板厚 T との比である W/T は、 0.07 以上で且つ 0.30 以下となるように設定されている。

[0060] 以上のような構成を備えたガラス基板 1 は、以下のようにして製造される。

[0061] 図 2 は、ダウンドロー法やフロート法等による成形後におけるガラス原板の表面の四箇所に、略矩形の刻設線が描かれた領域が得られるようにスクライプを入れ、且つそのスクライプ痕を起点としてガラス原板を折り割ることにより得られた略矩形のガラス基板 1 と、そのガラス基板 1 の折り割られた端面部 3 a を研磨処理する研磨具 5 とを例示している。このガラス基板 1 の端面部 3 a は、先ず第 1 の研磨具により粗研磨処理が行われ、次いで第 2 の研磨具により仕上げ研磨処理が行われる。第 1 の研磨具は、図 2 に示すように、正面視で凹状の略円弧形状をなす外周面に、メタルボンドで保持されたダイヤモンド砥粒層を取り付けてなる粗研磨用回転砥石ホイール（メタルボンドダイヤモンドホイール）である。そして、この第 1 研磨具を、ガラス基板 1 の端面部 3 a に押し当てた状態で、第 1 研磨具をガラス基板 1 の端面部 3 a の長手方向（辺に沿う方向）に相対移動させることにより粗研磨処理を行う。第 2 研磨具は、第 1 研磨具と同形状をなし、その外周面に、炭化珪素等の細かい砥粒をポリウレタン樹脂等で結合した仕上げ研磨用回転砥石ホイール（レジンボンドホイール）である。この第 2 研磨具は、ガラス基板 1 の粗研磨処理した端面部に押し当てられた状態で、上記と同様に相対移動することにより仕上げ研磨処理が行われ、その結果として図 3 に示すように、ガラス基板 1 に十点平均粗さ R_z jis が約 $1 \sim 3 \mu m$ 、突出谷部深さ $R_v k$ が約 $1.0 \sim 1.5$ 、粗さ曲線の二乗平均平方根傾斜 $R_{\Delta q}$ が約 $0.12 \sim 0.20$ 、最大谷深さ R_v が約 $3.0 \sim 5.0 \mu m$ の断面略円弧状の端面 3 b が形成される。なお、ガラス基板 1 の端面 3 b の形成は、上記のように二段階に亘る研磨処理に限らず、三段階以上に亘る研磨処理により行うようにしてもよい。

[0062] 以上のようにして、ガラス基板 1 に断面略円弧状の端面 3 b が形成された場合には、その端面 3 b と表面 2 a との境界部 z、および端面 3 b と裏面 2 b との境界部 z に、第 3 研磨具 6 を用いて特定研磨処理を施すことにより面

取り面 4 を形成する。この第 3 研磨具 6 は、図 4 に示すように、回転軸 6 a と直交する平面状の研磨面（砥面） 6 b を有し、この研磨面 6 b は、上記の第 2 研磨具よりも細かい砥粒で形成されている。なお、ガラス基板 1 は、端面 3 b の周辺がせり出した状態で、作業台（定盤） 7 の上面にセットされる。

[0063] そして、ガラス基板 1 の表面 2 a 側の境界部 z と裏面 2 b 側の境界部 z とに対して、同時に 2 つの第 3 研磨具 6 の研磨面 6 b を押し当てて回転させながら、第 3 研磨具 6 をガラス基板 1 の境界部 z の長手方向に相対移動させることにより特定研磨処理が行われる。これにより、ガラス基板 1 の境界部 z に残存していた多数のガラスチップング等が除去される。この場合、2 つの第 3 研磨具 6 の研磨面 6 b と、ガラス基板 1 の表面 2 a および裏面 2 b となす角度はそれぞれ 10° 以上で且つ 30° 以下（本実施形態では 18° ）に設定される。好ましくは、第 3 研磨具 6 は、図 5 に示すように、中央部が円形の凹部であり、その凹部を取り囲むように、粗度が相対的に小さい内周側研磨部 6 b a と、粗度が相対的に大きい外周側研磨部 6 b b とが配列され、この双方の研磨部 6 b a、6 b b によってガラス基板 1 の境界部 z が特定研磨処理を受ける。なお、2 つの第 3 研磨具 6 は、相対移動方向に対して離隔して配置される。

[0064] そして、この特定研磨処理を終えることにより、図 6（および図 1）に示すように、ガラス基板 1 の表面 2 a と端面 3 との間に境界部 z を完全に除去してなる面取り面 4 が形成される。この面取り面 4 が形成されることにより、ガラス基板 1 の撓みや不当な温度分布に起因する引っ張り応力が当該面取り面 4 に作用しても、その面取り面 4 には応力集中が生じず、端面 3（面取り面 4 を含む）の破壊強度が上昇すると共に、ガラスパーティクル或いはガラスチップング等が残存滞留するという問題も回避される。

[0065] なお、上記実施形態では、端面 3 が、表面 2 a および裏面 2 b の外周端から外方に凸状に湾曲してなるガラス基板 1 に本発明を適用したが、端面 3 が、平坦面（好ましくは表裏面と直角な平坦面）をなすガラス基板についても

同様に本発明を適用することが可能である。

[0066] また、上記実施形態では、表面及び裏面の外周端から板厚中央部にかけて外方に漸次突出する湾曲面をなす端面が形成されたガラス基板に本発明を適用したが、表面および裏面の外周端の相互間にそれらの面と直角な平坦面をなす端面が形成されたガラス基板についても同様に本発明を適用することができる。

[0067] さらに、上記実施形態では、ガラス原板を折割りにより分割してなるガラス基板に本発明を適用したが、ガラス原板をレーザー切断等のようにレーザー或いは熱応力を使用して分割してなるガラス基板についても同様に本発明を適用することができる。この場合には、平坦面をなす端面に対して研磨処理が行われず、境界部に対してのみ研磨処理による面取り面が形成される。

[0068] また、上記実施形態では、F P D用のガラス基板に本発明を適用したが、例えば、有機E L照明用や太陽電池用のガラス基板についても同様に本発明を適用することが可能である。

実施例 1

[0069] 本発明者等は、上述の図1に例示したガラス基板の面取り面における十点平均粗さ Rz_{jis} および粗さ曲線要素の平均長さ RS_m に関する効果を確認すべく、本発明の実施例1 a ~ 1 eと比較例1 a ~ 1 cとの対比を、以下に示すようにして行った。これらの実施例および比較例は何れについても、ガラス原板として、オーバーフローダウンドロー法で成形された日本電気硝子株式会社製OA-10を用いた。

[0070] 下記の表1に示す本発明の実施例1 a ~ 1 cおよび比較例1 a、1 bについては、用いる試料として、板厚が $700\mu m$ のガラス原板をスクライブ痕に沿って折り割り分割することにより、短辺寸法が $1500mm$ および長辺寸法が $1800mm$ のガラス基板を得た。また、同様に、実施例1 d、1 eおよび比較例1 cについては、用いる試料として、板厚が $500\mu m$ のガラス原板をスクライブ痕に沿って折り割り分割することにより、短辺寸法が $550mm$ および長辺寸法が $670mm$ のガラス基板を得た。そして、これら

のガラス基板の端面部に対して、断面が凸状の円弧形状をなす端面を形成するための研磨処理と、その研磨後の端面と表面および裏面とのそれぞれの境界部に面取り面を形成するための特定研磨処理とを、以下に示す手順で行った。

[0071] 本発明の実施例 1 a ~ 1 c および比較例 1 a、1 b については、先ず、ガラス基板を定盤上に載置して吸着固定した状態で、図 2 に示す形態をなす第 1 研磨具としての粗研磨用回転砥石（砥粒 # 4 0 0）の外周面を、ガラス基板の端面部に圧接させると共に、表 1 に示す研削速度で直線移動させることにより、断面略円弧形状の粗面である端面部を形成した。次いで、同様に、図 2 に示す形態をなす第 2 研磨具としての仕上げ研磨用回転砥石（砥粒 # 1 0 0 0）の外周面を、ガラス基板の粗研磨後の端面部に圧接させると共に、表 1 に示す研削速度で直線移動させることにより、断面略円弧形状に仕上げ研磨された端面を形成した。また、本発明の実施例 1 d、1 e および比較例 1 c については、先ず、ガラス基板を表 2 に示す研削速度で直線移動させながら、定位置に固定配置された図 2 に示す形態をなす第 1 研磨具としての粗研磨用回転砥石（砥粒 # 4 0 0）の外周面を、ガラス基板の端面部に圧接させることにより、断面略円弧形状の粗面である端面部を形成した。次いで、同様に、ガラス基板を表 2 に示す研削速度で直線移動させながら、定位置に固定設置された図 2 に示す形態をなす第 2 研磨具としての仕上げ研磨用回転砥石（砥粒 # 1 0 0 0）の外周面を、ガラス基板の粗研磨後の端面部に圧接させることにより、断面略円弧形状に仕上げ研磨された端面を形成した。

[0072] この後、ガラス基板の端面と表面および裏面とのそれぞれの境界部に対して、第 3 研磨具で特定研磨処理を行った。第 3 研磨具としては、円形の基盤上に、樹脂材料にダイヤモンド砥粒を分散させてなる平板状のダイヤモンド研磨板を固定したものを使用した。なお、上記の砥粒の大きさおよび表 1、2 に示す砥粒の大きさは、J I S R 6 0 0 1 : 1 9 9 8 に準拠している。

[0073] 特定研磨処理の実行に際しては、ガラス基板の表面および裏面と面取り面の接線とのそれぞれがなす角度（図 1 の角度 α : 裏面側も同様）が $18^{\circ} \sim$

22° になるように、適宜第3研磨具の角度を調整した上で、第3研磨具とガラス基板との接触面に研削液（研削水）を供給した。そして、所望の面取り寸法が得られるように、第3研磨具（研磨板）を周速2000m/minで回転させながら、表1、2に示すように異なる研削速度で直線移動させ、コーナ一部近傍を除くガラス基板の全外周に亘り、特定研磨処理を行った。以上のようにして、実施例1a～1cおよび実施例1d、1eのガラス基板を得た。

[0074] 実施例1a、1b、1dでは、第3研磨具の砥粒が#3000、実施例1c、1eでは、第3研磨具の砥粒が#2000であるのに対して、比較例1a～1cでは、第3研磨具による特定研磨処理を行わずに、ガラス基板の端面部に、第1研磨具による粗研磨処理および第2研磨具による仕上げ研磨処理を行うに留めた。また、全ての実施例においては、面取り寸法（面取り幅）が60～200μmの範囲内になるように、第3研磨具の移動速度や研削条件を選定し、試料であるガラス基板の全ての端面の表面および裏面との境界部に略平坦な面取り面を形成した。

[0075] なお、以上の実施例では、ガラス基板の端面部に略円弧状の研磨面を形成した後に、第3研磨具を使用して、端面の表面および裏面との境界部に面取り面を形成する方法を用いたが、ガラス基板を定盤上に吸着固定した状態で、同一の走行レール上に、第1研磨具、第2研磨具および第3研磨具を設置し、その走行レールに沿って同時に三種の研磨具を走行させることにより、連続的に研磨動作を完了させるようにしてもよい。このようにすれば、より短時間で全ての研磨処理が完了するため、加工効率を著しく上昇させることができ、且つ、各辺の寸法が1000mm以上である大型サイズのガラス基板の研磨処理工程において、その取り扱いが容易となる。また、サイズの小さなガラス基板については、3種の研磨具をガラス基板の辺と平行になるように設置し、ガラス基板を搬送ベルト等の搬送手段を用いて搬送させながら連続して各研磨処理を行う方法を用いてもよい。

[0076] 一方、実施例1a～1eおよび比較例1a～1cの各ガラス基板について

は、東京精密社製サーフコム590Aを用いて、測定長5.0mmにて粗さ測定を行い、JIS B0601:2001にてガラス基板の端面および面取り面の十点平均粗さ Rz_{jis} (Rz_1 、 Rz_2)、および粗さ曲線要素の平均長さ RS_m (RS_{m1} 、 RS_{m2}) 値の各粗さパラメータを算出した。この十点平均粗さ Rz_1 、 Rz_2 および粗さ曲線要素の平均長さ RS_{m1} 、 RS_{m2} については、同一の条件で面取り処理を10枚のガラス基板に施した上で、それぞれについて10回測定し、その平均値を算出することによって評価した。その結果を下記の表1、2に示す。

[0077] 研磨後のガラス基板の強度については、Orientec社製Tensilon RTA-250を用いた三点曲げ試験法により破壊強度を測定した。曲げ試験のサンプルには、ガラス基板の端面部の辺の中央部を80×15mmのサイズに切り出した試験片を用い、さらに、端面部の頂点（断面略円弧の頂点）を上にして荷重を負荷し、その破損時の荷重を測定し、下記の数1で示される式で計算することにより、破壊応力（端面強度） σ を測定した。

[0078] [数1]

$$\sigma = \frac{3 P L}{2 B h^2}$$

[0079] なお、上記の数1で示される式中、Pは破壊荷重、Lは支点間距離、Bはサンプル幅、hはガラス厚みである。

[0080] 下記の表1、2には、ガラス基板の破壊応力を記載しているが、これらは各実施例および各比較例のそれぞれの破壊応力を10枚測定し、その最小値（最も強度が小さいもの）を示すものである。さらに、ガラス基板の表面に付着または残存したガラスパーティクルの付着特性を評価するために、各実施例および各比較例のそれぞれのガラス基板を洗浄および乾燥させた後に、ガラス基板の表面に残存したガラスシートあたりの表面のパーティクル値を測定した。パーティクル値は、日立ハイテクノロジーズ社製パーティクル測定装置GI-7200を用いて1 μ m以上の粒子数の測定を行い、その数値を1平方メートル当りの個数に換算した。その結果を下記の表1、2に示す

。また、各実施例および各比較例のそれぞれのガラス基板について、端面の表面および裏面との境界部分におけるチップングによる段差の残存状態を、顕微鏡にて拡大観察した。その結果を下記の表 1、2 に示す。この場合、表 1、2 中、『○』はチップング段差の存在が認められないものを示し、『△』は微小の段差の残存が観察されるものを示し、『×』は大きな段差の残存が観察されるものを示している。

[0081]

[表1]

	面取り 研磨板	研削 速度 (mm/sec)	Rz ₁ (μm) 端面	Rz ₂ (μm) 面取り部	Rz ₁ / Rz ₂	RSm ₁ (μm) 端面	RSm ₂ (μm) 面取り部	RSm ₁ / RSm ₂	端面強度 (MPa)	パーデイ クル値 (個/m ²)	境界部 チャットング [*]
実施例1a	#3000	100	1.53	0.37	4.14	45	154	0.29	180	9	○
実施例1b	#3000	100	1.65	0.18	9.17	41	220	0.19	190	5	○
実施例1c	#2000	400	2.49	1.18	2.11	53	123	0.43	165	19	○
比較例1a	なし	100	1.16	1.20	0.97	54	51	1.06	134	40	△
比較例1b	なし	400	2.45	2.91	0.84	58	50	1.15	105	65	×

[0082]

[表2]

	面取り 研磨板	研削 速度 (mm/sec)	Rz_1 (μm) 端面	Rz_2 (μm) 面取り部	Rz_1/Rz_2	RSm_1 (μm) 端面	RSm_2 (μm) 面取り部	RSm_1/RSm_2	端面強度 (MPa)	パージイ クル値 (個/ m^2)	境界部 チャビッング
実施例1d	#3000	200	3.04	0.85	3.58	57	140	0.41	195	38	○
実施例1c	#2000	200	2.97	0.41	7.24	54	120	0.45	171	27	○
比較例1c	なし	200	2.98	3.05	0.98	67	62	1.08	115	134	×

[0083] なお、面取り面の特定研磨処理時におけるガラス基板の表面とこれに隣接する面取り面の表面側への接線とのなす角度 α （図1参照）、およびガラス基板の裏面とこれに隣接する面取り面の裏面側への接線とのなす角 β の実測値と、面取り面の幅 W の測定値とを、下記の表3に示す。

[0084] [表3]

	面取り 研磨板	ガラス 厚みT (μm)	接線角度 α ($^{\circ}$)	接線角度 β ($^{\circ}$)	面取り部 幅W (μm)	W/T
実施例1a	#3000	700	18	18	120	0.17
実施例1b	#3000	700	18	18	190	0.27
実施例1c	#2000	700	24	24	80	0.11
実施例1d	#3000	500	20	20	70	0.14
実施例1e	#2000	500	20	20	130	0.26

[0085] 上記の表1、2によれば、本発明の実施例1a～1eの何れもが、ガラス基板の端面の表面および裏面との境界部に、十点平均粗さが小さく鏡面に近いのは勿論のこと、十分な幅を有する面取り面が形成されており、比較例1a～1cの場合のように面取り面を形成していないガラス基板に比して、著しく高い破壊強度（すなわち端面強度が160MPa超）を有することが確認された。また、各実施例の面取り面においては、チップングによる研磨境界部の段差や微小クラックが確認されず、さらにはガラスパーティクルの付着等の全てにおいて良好または極めて良好な結果を示すことが確認された。

[0086] したがって、本発明の各実施例に係るガラス基板は、後工程での破損を誘起し難く、極めて高強度なものになると共に、端面に起因するガラスパーティクルの発生が極めて少なく、液晶ディスプレイやプラズマディスプレイさらには有機EL等のように、高解像度の表示ディスプレイに使用される場合でも、ガラス基板上に表示素子やデバイスを形成する際に発生する断線不良等を効果的に抑制することができる。

[0087] また、本発明の各実施例の場合、研削速度を100mm/minから400mm/minまで増大させても、適宜研磨具の研磨板を選択して研削条件を設定すれば、同様の面取り面を効率よく得ることができ、工程の高効率化が可能となる。

[0088] 一方、各比較例では、研磨具の移動速度が200mm/secや400mm/secである場合のみならず、100mm/secまで低速にしても、端面部の最低破壊強度は比較的低く、強度の低い端面部への搬送手段の接触

や熱応力集中に起因して、破損を誘発するおそれがある。また、何れの比較例についても、パーティクル値は比較的高く、しかも境界部のチップング段差が大きいため、例えば洗浄時および乾燥時や搬送時および梱包時等の工程において、境界部のチップング部よりガラスパーティクルがガラス基板上に剥離付着して、表示素子やデバイスを形成する際に断線不良を起こすおそれがある。したがって、本発明の各実施例に係るガラス基板は、これらの比較例に係るガラス基板に比して、破壊強度とガラスパーティクルとの何れの点においても極めて優れていることが確認された。

実施例 2

- [0089] 本発明者等は、上述の図 1 に例示したガラス基板の面取り面における突出谷部深さ R_v k に関する効果を確認すべく、本発明の実施例 2 a ~ 2 d と比較例との対比を、以下に示すようにして行った。これらの実施例および比較例は何れについても、ガラス原板として、オーバーフローダウンドロー法で成形された日本電気硝子株式会社製 OA-10（強化処理は施されていない）を用いた。
- [0090] 下記の表 4 に示す本発明の実施例 2 a ~ 2 d および比較例については、用いる試料として、板厚が $700\ \mu\text{m}$ のガラス原板にスクライブを入れて折割り分割することにより、短辺寸法が $1500\ \text{mm}$ および長辺寸法が $1800\ \text{mm}$ のガラス基板を得た。具体的なガラス原板の分割手法は、ダイヤモンドチップでガラス原板の表面にスクライブを入れて、そのスクライブ線に引張り応力が生じるようにガラス原板に曲げモーメントを作用させることにより折割り分割を行った。なお、その他の分割手法として、ガラス原板の一部にダイヤモンドホイールなどで初期傷（イニシャルクラック）を形成し、この部位にレーザーを照射して局部加熱を行った後、冷媒を吹き付けて急激に冷却をすることによりイニシャルクラックを進展させ、これによりガラス原板を割断させるようにしてもよい。但し、このようなレーザー割断による場合には、ガラス基板の端面は平坦面となるため、この実施例及び比較例に係るガラス基板とは異なる端面形状となる。

[0091] このようにして得られたガラス基板の端面に対しては、外周面が円筒面（この実施例及び比較例では外周面が略円弧状に凹んでいる）からなる円柱状の砥石を、その回転軸がガラス基板の表面の法線方向と平行になるように配列させた状態で回転させながら押し当てつつ、その端面の長手方向に相対的に直線移動させることにより、当該端面の研磨処理を行う。この場合、ガラス基板の端面を研磨する砥石としては、砥粒やバインダーの異なる複数種の砥石を用意しておき、先ず砥粒が粗くバインダーの硬い砥石から、次第に砥粒が細かくバインダーが柔らかい砥石に変更した。

[0092] 次に、端面の研磨処理を終えたガラス基板について、端面と表面（裏面）との境界部に略平面状の面取り面を研磨により形成した。この場合、面取り面の研磨に使用される砥石は、上述の端面の研磨用の砥石と比較して、砥粒が細かくバインダーが柔らかいことが必須の要件となる。面取り面の研磨用の砥石は、面取り面に押し当てる面が、円筒面や円錐面であってもよく、また略平面状の円形端面や円環端面であってもよく、更にはベルトに砥粒を固定した研磨布の表面であってもよい。そして、これらの砥石（または研磨布）は、ガラス基板の面取り面の長手方向に対して相対的に直線移動する。

[0093] 下記の表 4 に示す実施例 2 a について具体的に説明をすると、先ず、分割後のガラス基板を定盤上に載置して吸着固定した状態で、図 2 に示す形態をなす第 1 研磨具としての粗研磨用回転砥石（# 4 0 0 の砥粒がメタルボンドで固定）の外周面を、ガラス基板の端面部に押し当てつつ直線移動させることにより、断面略円弧形状の粗面である端面部を形成した。次いで、同様に、図 2 に示す形態をなす第 2 研磨具としての仕上げ研磨用回転砥石（# 1 0 0 0 の砥粒がレジンボンドで固定）の外周面を、ガラス基板の粗研磨後の端面部に押し当てつつ直線移動させることにより、断面略円弧形状に仕上げ研磨された端面を形成した。この後、ガラス基板の端面と表面および裏面とのそれぞれの境界部に対して、第 3 研磨具で特定研磨処理を行った。第 3 研磨具としては、円形の基盤上に、樹脂材料にダイヤモンド砥粒（# 3 0 0 0 の砥粒）を分散させてなる平板状のダイヤモンド研磨板を固定したものを使用

した。特定研磨処理の実行に際しては、ガラス基板の表面および裏面と面取り面の接線とのそれぞれがなす角度（図1の角度 α ：裏面側も同様）が $18^{\circ} \sim 22^{\circ}$ になるように、適宜第3研磨具の角度を調整した上で、第3研磨具とガラス基板との接触面に研削液（研削水）を供給した。そして、所望の面取り面の幅寸法が得られるように、第3研磨具（研磨板）を周速 2000 m/min で回転させながら、ガラス基板の平面視でのコーナ一部近傍を除く全外周に亘り、特定研磨処理を行った。以上のようにして、実施例2aのガラス基板を得た。なお、上記の砥粒の大きさは、JIS R6001:1998に準拠している。この場合、実施例2b、2c、2dおよび比較例については、第1、第2、第3研磨具の砥粒がそれぞれ実施例2aと相違している。

[0094] 下記の表4に示すガラス基板の面取り面の突出谷部深さ Rvk 、および端面の突出谷部深さ Rvk は、東京精密社製サーフコム590Aを用いて、測定長 5.0 mm に亘って粗さ測定を行い、JIS B0601:2001にて各 Rvk の値を算出した。この2種の突出谷部深さ Rvk は何れも、各々について同一の条件で面取り面を10枚のガラス基板に施した上で、それらについて10回測定し、その平均値を算出することによって評価した。更に、これらと同時に、ガラス基板の端面の最大断面高さ Pt と、面取り面の最大断面高さ Pt とを求めた。加えて、ガラス基板の撓みや熱応力による破損し易さの目安として、ガラス基板の端面強度を求めた。ガラス基板の端面強度については、Orientec社製Tensilon RTA-250を用いた三点曲げ試験法により破壊強度を測定し、これを端面強度とした。曲げ試験のサンプルには、ガラス基板の端面部の辺の中央部を $80 \times 15\text{ mm}$ のサイズに切り出した試験片を用い、さらに端面部の頂点（断面略円弧の頂点）を上にして荷重を荷重し、その破損時の荷重を測定し、既述の数1で示される式で計算することにより、破壊応力（端面強度） σ を測定した。

[0095] 以上のようにして求めた面取り面の突出谷部深さ Rvk 、端面強度、面取り面の最大断面高さ Pt 、および端面の最大断面高さ Pt を、下記の表4に

示す。

[0096] [表4]

	実施例2a	実施例2b	実施例2c	実施例2d	比較例
Rvk [μ m]	0.11	0.68	0.55	0.94	0.97
端面強度[MPa]	181	168	166	162	155
面取り面のPt [μ m]	1.07	5.00	3.55	5.30	5.57
端面のPt [μ m]	2.26	8.06	3.96	6.53	7.44

[0097] 上記の表4中、端面の最大断面高さPtおよび面取り面の最大断面高さPtは、JIS B0601:1982での最大高さRmaxに相当するため、既述の特許文献1、2の表面最大凹凸に相当するものと考えることができる。そして、比較例のガラス基板は、その面取り面の最大高さPtは、5.57 μ mであって7 μ m (0.007 mm) 以下であり、且つ端面の最大高さPtは、7.44 μ mであって40 μ m (0.04 mm) 以下であることから、既述の特許文献1、2に記載された数値範囲の条件を満たしている。しかしながら、この比較例に係るガラス基板は、FPD、有機EL、および太陽電池などの製造工程において、破損が頻繁に起きていることを本発明者等は確認している。これは、比較例に係るガラス基板は、端面強度が不十分であったことを意味している。この事を勘案すれば、端面強度は、160 MPaが必要であると把握することができる。そして、本発明の実施例2a～2dは、面取り面の突出谷部深さRvkが0.95以下であることにより端面強度が160 MPaを超えており、十分な端面強度を有していることが把握できる。したがって、ガラス基板の面取り面の突出谷部深さRvkを0.95以下と規定することは、ガラス基板の撓みや不当な温度分布に起因する引張り応力の発生を抑制して応力集中を可及的に低減させ、ガラス基板の破損を防止する上で、大きな意義があることを確認することができた。

[0098] また、ガラス原板をレーザー切断して分割されたガラス基板は、その平坦面をなす端面の面性状が、表裏面と同様に鏡面に近いことから、このガラス基板の当該境界部に上記と同様に面取り面を形成した場合であっても、その

面取り面の突出谷部深さ $R_v k$ が 0.95 以下であれば、上記の表 4 に示す好結果と同等或いはそれ以上の結果が得られるものと推認できる。

実施例 3

[0099] 本発明者等は、上述の図 1 に例示したガラス基板の面取り面における粗さ曲線の二乗平均平方根傾斜 $R_{\Delta q}$ に関する効果を確認すべく、本発明の実施例 3 a ~ 3 d と比較例との対比を、以下に示すようにして行った。これらの実施例および比較例は何れについても、ガラス原板として、オーバーフローダウンドロー法で成形された日本電気硝子株式会社製 OA-10（強化処理は施されていない）を用いた。

[0100] 下記の表 5 に示す本発明の実施例 3 a ~ 3 d および比較例については、用いる試料として、板厚が $700 \mu m$ のガラス原板にスクライブを入れて折割り分割することにより、短辺寸法が $1500 mm$ および長辺寸法が $1800 mm$ のガラス基板を得た。具体的なガラス原板の分割手法は、ダイヤモンドチップでガラス原板の表面にスクライブを入れて、そのスクライブ線に引張り応力が生じるようにガラス原板に曲げモーメントを作用させることにより折割り分割を行った。なお、その他の分割手法として、ガラス原板の一部にダイヤモンドホイールなどで初期傷（イニシャルクラック）を形成し、この部位にレーザーを照射して局部加熱を行った後、冷媒を吹き付けて急激に冷却をすることによりイニシャルクラックを進展させ、これによりガラス原板を割断させるようにしてもよい。但し、このようなレーザー割断による場合には、ガラス基板の端面は平坦面となるため、この実施例及び比較例に係るガラス基板とは異なる端面形状となる。

[0101] このようにして得られたガラス基板の端面に対しては、外周面が円筒面（この実施例及び比較例では外周面が略円弧状に凹んでいる）からなる円柱状の砥石を、その回転軸がガラス基板の表面の法線方向と平行になるように配列させた状態で回転させながら押し当てつつ、その端面の長手方向に相対的に直線移動させることにより、当該端面の研磨処理を行う。この場合、ガラス基板の端面を研磨する砥石としては、砥粒やバインダーの異なる複数種の

砥石を用意しておき、先ず砥粒が粗くバインダーの硬い砥石から、次第に砥粒が細かくバインダーが柔らかい砥石に変更した。

[0102] 次に、端面の研磨処理を終えたガラス基板について、端面と表面（裏面）との境界部に略平面状の面取り面を研磨により形成した。この場合、面取り面の研磨に使用される砥石は、上述の端面の研磨用の砥石と比較して、砥粒が細かくバインダーが柔らかいことが必須の要件となる。面取り面の研磨用の砥石は、面取り面に押し当てる面が、円筒面や円錐面であってもよく、また略平面状の円形端面や円環端面であってもよく、更にはベルトに砥粒を固定した研磨布の表面であってもよい。そして、これらの砥石（または研磨布）は、ガラス基板の面取り面の長手方向に対して相対的に直線移動する。

[0103] 下記の表5に示す実施例3aについて具体的に説明をすると、先ず、分割後のガラス基板を定盤上に載置して吸着固定した状態で、図2に示す形態をなす第1研磨具としての粗研磨用回転砥石（#400の砥粒がメタルボンドで固定）の外周面を、ガラス基板の端面部に押し当てつつ直線移動させることにより、断面略円弧形状の粗面である端面部を形成した。次いで、同様に、図2に示す形態をなす第2研磨具としての仕上げ研磨用回転砥石（#1000の砥粒がレジンボンドで固定）の外周面を、ガラス基板の粗研磨後の端面部に押し当てつつ直線移動させることにより、断面略円弧形状に仕上げ研磨された端面を形成した。この後、ガラス基板の端面と表面および裏面とのそれぞれの境界部に対して、第3研磨具で特定研磨処理を行った。第3研磨具としては、円形の基盤上に、樹脂材料にダイヤモンド砥粒（#3000の砥粒）を分散させてなる平板状のダイヤモンド研磨板を固定したものを使用した。特定研磨処理の実行に際しては、ガラス基板の表面および裏面と面取り面の接線とのそれぞれがなす角度（図1の角度 α ：裏面側も同様）が $18^{\circ} \sim 22^{\circ}$ になるように、適宜第3研磨具の角度を調整した上で、第3研磨具とガラス基板との接触面に研削液（研削水）を供給した。そして、所望の面取り面の幅寸法が得られるように、第3研磨具（研磨板）を周速2000 m/minで回転させながら、ガラス基板の平面視でのコーナ一部近傍を除

く全外周に亘り、特定研磨処理を行った。以上のようにして、実施例 3 a のガラス基板を得た。なお、上記の砥粒の大きさは、J I S R 6 0 0 1 : 1 9 9 8 に準拠している。この場合、実施例 3 b、3 c、3 d および比較例については、第 1、第 2、第 3 研磨具の砥粒がそれぞれ実施例 3 a と相違している。

[0104] 下記の表 5 に示すガラス基板における面取り面の粗さ曲線の二乗平均平方根傾斜 $R \Delta q$ 、および端面の粗さ曲線の二乗平均平方根傾斜 $R \Delta q$ は、東京精密社製サーフコム 5 9 0 A を用いて、測定長 5. 0 mm に亘って粗さ測定を行い、J I S B 0 6 0 1 : 2 0 0 1 にて各 $R \Delta q$ の値を算出した。この 2 種の二乗平均平方根傾斜 $R \Delta q$ は何れも、各々について同一の条件で面取り面を 1 0 枚のガラス基板に施した上で、それらについて 1 0 回測定し、その平均値を算出することによって評価した。更に、これらと同時に、ガラス基板の端面の最大断面高さ $P t$ と、面取り面の最大断面高さ $P t$ とを求めた。加えて、ガラス基板の撓みや熱応力による破損し易さの目安として、ガラス基板の端面強度を求めた。ガラス基板の端面強度については、Orientec 社製 Tensilon R T A - 2 5 0 を用いた三点曲げ試験法により破壊強度を測定し、これを端面強度とした。曲げ試験のサンプルには、ガラス基板の端面部の辺の中央部を $8 0 \times 1 5$ mm のサイズに切り出した試験片を用い、さらに端面部の頂点（断面略円弧の頂点）を上にして荷重を負荷し、その破損時の荷重を測定し、既述の数 1 で示される式で計算することにより、破壊応力（端面強度） σ を測定した。

[0105] 以上のようにして求めた面取り面の二乗平均平方根傾斜 $R \Delta q$ 、端面強度、面取り面の最大断面高さ $P t$ 、および端面の最大断面高さ $P t$ を、下記の表 5 に示す。

[0106]

[表5]

	実施例3a	実施例3b	実施例3c	実施例3d	比較例
$R\Delta q$ [—]	0.038	0.083	0.076	0.096	0.105
端面強度 [MPa]	181	168	166	162	155
面取り面の P_t [μm]	1.07	5.00	3.55	5.30	5.57
端面の P_t [μm]	2.26	8.06	3.96	6.53	7.44

[0107] 上記の表5中、端面の最大断面高さ P_t および面取り面の最大断面高さ P_t は、JIS

B0601:1982での最大高さ R_{max} に相当するため、既述の特許文献1、2の表面最大凹凸に相当するものと考えることができる。そして、比較例のガラス基板は、その面取り面の最大高さ P_t は、 $5.57\mu m$ であって $7\mu m$ ($0.007mm$) 以下であり、且つ端面の最大高さ P_t は、 $7.44\mu m$ であって $40\mu m$ ($0.04mm$) 以下であることから、既述の特許文献1、2に記載された数値範囲の条件を満たしている。しかしながら、この比較例に係るガラス基板は、FPD、有機EL、および太陽電池などの製造工程において、破損が頻繁に起きていることを本発明者等は確認している。これは、比較例に係るガラス基板は、端面強度が不十分であったことを意味している。この事を勘案すれば、端面強度は、 $160MPa$ が必要であると把握することができる。そして、本発明の実施例3a~3dは、面取り面の二乗平均平方根傾斜 $R\Delta q$ が0.10以下であることにより端面強度が $160MPa$ を超えており、十分な端面強度を有していることが把握できる。したがって、ガラス基板の面取り面の二乗平均平方根傾斜 $R\Delta q$ を0.10以下と規定することは、ガラス基板の撓みや不当な温度分布に起因する引張り応力の発生を抑制して応力集中を可及的に低減させ、ガラス基板の破損を防止する上で、大きな意義があることを確認することができた。

[0108] また、ガラス原板をレーザー切断して分割されたガラス基板は、その平坦面をなす端面の面性状が、表裏面と同様に鏡面に近いことから、このガラス基板の当該境界部に上記と同様に面取り面を形成した場合であっても、その

面取り面の二乗平均平方根傾斜 $R\Delta q$ が0.10以下であれば、上記の表5に示す好結果と同等或いはそれ以上の結果が得られるものと推認できる。

実施例 4

[0109] 本発明者等は、上述の図1に例示したガラス基板の面取り面における最大谷深さ R_v に関する効果を確認すべく、本発明の実施例4a～4dと比較例との対比を、以下に示すようにして行った。これらの実施例および比較例は何れについても、ガラス原板として、オーバーフローダウンドロー法で成形された日本電気硝子株式会社製OA-10（強化処理は施されていない）を用いた。

[0110] 下記の表6に示す本発明の実施例4a～4dおよび比較例については、用いる試料として、板厚が700 μ mのガラス原板にスクライブを入れて折割り分割することにより、短辺寸法が1500mmおよび長辺寸法が1800mmのガラス基板を得た。具体的なガラス原板の分割手法は、ダイヤモンドチップでガラス原板の表面にスクライブを入れて、そのスクライブ線に引張応力が生じるようにガラス原板に曲げモーメントを作用させることにより折割り分割を行った。なお、その他の分割手法として、ガラス原板の一部にダイヤモンドホイールなどで初期傷（イニシャルクラック）を形成し、この部位にレーザーを照射して局部加熱を行った後、冷媒を吹き付けて急激に冷却をすることによりイニシャルクラックを進展させ、これによりガラス原板を割断させるようにしてもよい。但し、このようなレーザー割断による場合には、ガラス基板の端面は平坦面となるため、この実施例及び比較例に係るガラス基板とは異なる端面形状となる。

[0111] このようにして得られたガラス基板の端面に対しては、外周面が円筒面（この実施例及び比較例では外周面が略円弧状に凹んでいる）からなる円柱状の砥石を、その回転軸がガラス基板の表面の法線方向と平行になるように配列させた状態で回転させながら押し当てつつ、その端面の長手方向に相対的に直線移動させることにより、当該端面の研磨処理を行う。この場合、ガラス基板の端面を研磨する砥石としては、砥粒やバインダーの異なる複数種の

砥石を用意しておき、先ず砥粒が粗くバインダーの硬い砥石から、次第に砥粒が細かくバインダーが柔らかい砥石に変更した。

[0112] 次に、端面の研磨処理を終えたガラス基板について、端面と表面（裏面）との境界部に略平面状の面取り面を研磨により形成した。この場合、面取り面の研磨に使用される砥石は、上述の端面の研磨用の砥石と比較して、砥粒が細かくバインダーが柔らかいことが必須の要件となる。面取り面の研磨用の砥石は、面取り面に押し当てる面が、円筒面や円錐面であってもよく、また略平面状の円形端面や円環端面であってもよく、更にはベルトに砥粒を固定した研磨布の表面であってもよい。そして、これらの砥石（または研磨布）は、ガラス基板の面取り面の長手方向に対して相対的に直線移動する。

[0113] 下記の表 6 に示す実施例 4 a について具体的に説明をすると、先ず、分割後のガラス基板を定盤上に載置して吸着固定した状態で、図 2 に示す形態をなす第 1 研磨具としての粗研磨用回転砥石（# 4 0 0 の砥粒がメタルボンドで固定）の外周面を、ガラス基板の端面部に押し当てつつ直線移動させることにより、断面略円弧形状の粗面である端面部を形成した。次いで、同様に、図 2 に示す形態をなす第 2 研磨具としての仕上げ研磨用回転砥石（# 1 0 0 0 の砥粒がレジンボンドで固定）の外周面を、ガラス基板の粗研磨後の端面部に押し当てつつ直線移動させることにより、断面略円弧形状に仕上げ研磨された端面を形成した。この後、ガラス基板の端面と表面および裏面とのそれぞれの境界部に対して、第 3 研磨具で特定研磨処理を行った。第 3 研磨具としては、円形の基盤上に、樹脂材料にダイヤモンド砥粒（# 3 0 0 0 の砥粒）を分散させてなる平板状のダイヤモンド研磨板を固定したものを使用した。特定研磨処理の実行に際しては、ガラス基板の表面および裏面と面取り面の接線とのそれぞれがなす角度（図 1 の角度 α : 裏面側も同様）が $18^{\circ} \sim 22^{\circ}$ になるように、適宜第 3 研磨具の角度を調整した上で、第 3 研磨具とガラス基板との接触面に研削液（研削水）を供給した。そして、所望の面取り面の幅寸法が得られるように、第 3 研磨具（研磨板）を周速 2000 m/min で回転させながら、ガラス基板の平面視でのコーナ一部近傍を除

く全外周に亘り、特定研磨処理を行った。以上のようにして、実施例 4 a のガラス基板を得た。なお、上記の砥粒の大きさは、J I S R 6 0 0 1 : 1 9 9 8 に準拠している。この場合、実施例 4 b、4 c、4 d および比較例については、第 1、第 2、第 3 研磨具の砥粒がそれぞれ実施例 4 a と相違している。

[0114] 下記の表 6 に示すガラス基板における面取り面の最大谷深さ R_v は、東京精密社製サーフコム 5 9 0 A を用いて、測定長 5. 0 mm に亘って粗さ測定を行い、J I S B 0 6 0 1 : 2 0 0 1 にてその値を算出した。この最大谷深さ R_v は、同一の条件で面取り面を 1 0 枚のガラス基板に施した上で、それらについて 1 0 回測定し、その平均値を算出することによって評価した。更に、これらと同時に、ガラス基板の端面の最大断面高さ P_t と、面取り面の最大断面高さ P_t とを求めた。加えて、ガラス基板の撓みや熱応力による破損し易さの目安として、ガラス基板の端面強度を求めた。ガラス基板の端面強度については、Orientec 社製 Tensilon R T A - 2 5 0 を用いた三点曲げ試験法により破壊強度を測定し、これを端面強度とした。曲げ試験のサンプルには、ガラス基板の端面部の辺の中央部を 8 0 × 1 5 mm のサイズに切り出した試験片を用い、さらに端面部の頂点（断面略円弧の頂点）を上にして荷重を負荷し、その破損時の荷重を測定し、既述の数 1 で示される式で計算することにより、破壊応力（端面強度） σ を測定した。

[0115] 以上のようにして求めた面取り面の最大谷深さ R_v 、端面強度 σ 、面取り面の最大断面高さ P_t 、および端面の最大断面高さ P_t を、下記の表 6 に示す。

[0116] [表 6]

	実施例 4a	実施例 4b	実施例 4c	実施例 4d	比較例
$R_v [\mu m]$	1. 96	1. 62	0. 76	0. 44	3. 15
端面強度 [MPa]	161	164	170	180	134
面取り面の $P_t [\mu m]$	1. 07	5. 00	3. 55	5. 30	5. 57
端面の $P_t [\mu m]$	2. 26	8. 06	3. 96	6. 53	7. 44

[0117] 上記の表 6 中、端面の最大断面高さ P_t および面取り面の最大断面高さ P_t は、J I S

B 0 6 0 1 : 1 9 8 2 での最大高さ R_{max} に相当するため、既述の特許文献 1、2 の表面最大凹凸に相当するものと考えることができる。そして、比較例のガラス基板は、その面取り面の最大高さ P_t が、 $5.57\mu m$ であって $7\mu m$ ($0.007mm$) 以下であり、且つ端面の最大高さ P_t は、 $7.44\mu m$ であって $40\mu m$ ($0.04mm$) 以下であることから、既述の特許文献 1、2 に記載された数値範囲の条件を満たしている。しかしながら、この比較例に係るガラス基板は、F P D、有機 E L、および太陽電池などの製造工程において、破損が頻繁に起きていることを本発明者等は確認している。これは、比較例に係るガラス基板は、端面強度が不十分であったことを意味している。この事を勘案すれば、端面強度は、 $160MPa$ が必要であると把握することができる。そして、本発明の実施例 4 a ~ 4 d は、面取り面の最大谷深さ R_v が $2.0\mu m$ 以下であることにより端面強度が $160MPa$ を超えており、十分な端面強度を有していることが把握できる。したがって、ガラス基板の面取り面の最大谷深さ R_v を $2.0\mu m$ 以下と規定することは、ガラス基板の撓みや不当な温度分布に起因する引張り応力の発生を抑制して応力集中を可及的に低減させ、ガラス基板の破損を防止する上で、大きな意義があることを確認することができた。

[0118] また、ガラス原板をレーザー切断して分割されたガラス基板は、その平坦面をなす端面の面性状が、表裏面と同様に鏡面に近いことから、このガラス基板の当該境界部に上記と同様に面取り面を形成した場合であっても、その面取り面の最大谷深さ R_v が $2.0\mu m$ 以下であれば、上記の表 6 に示す好結果と同等或いはそれ以上の結果が得られるものと推認できる。

請求の範囲

- [請求項1] 表面および裏面と、その両面の外周端の相互間に存する端面とを有するガラス基板において、前記表面および裏面の少なくとも一方の面と前記端面との間の境界部に面取り面が形成され、該面取り面の十点平均粗さ R_{z_2} が、前記端面の十点平均粗さ R_{z_1} よりも小さく、且つ、該面取り面の粗さ曲線要素の平均長さ RS_{m_2} が、前記端面の粗さ曲線要素の平均長さ RS_{m_1} よりも大きいことを特徴とするガラス基板。
- [請求項2] 前記面取り面の十点平均粗さ R_{z_2} および前記端面の十点平均粗さ R_{z_1} は、 $R_{z_2} \leq 1.5 \mu m$ であり、且つ、 $1.5 \leq R_{z_1} / R_{z_2} \leq 10.0$ の関係を満たすことを特徴とする請求項1に記載のガラス基板。
- [請求項3] 前記面取り面の粗さ曲線要素の平均長さ RS_{m_2} は、 $RS_{m_2} \geq 100 \mu m$ の関係を満たすことを特徴とする請求項2に記載のガラス基板。
- [請求項4] 表面および裏面と、その両面の外周端の相互間に存する端面とを有するガラス基板において、前記表面および裏面の少なくとも一方の面と前記端面との間の境界部に面取り面が形成され、該面取り面における突出谷部深さ R_{vk} は、 $R_{vk} \leq 0.95 \mu m$ の関係を満たすことを特徴とするガラス基板。
- [請求項5] 表面および裏面と、その両面の外周端の相互間に存する端面とを有するガラス基板において、前記表面および裏面の少なくとも一方の面と前記端面との間の境界部に面取り面が形成され、該面取り面における粗さ曲線の二乗平均平方根傾斜 $R_{\Delta q}$ は、 $R_{\Delta q} \leq 0.10$ の関係を満たすことを特徴とするガラス基板。
- [請求項6] 表面および裏面と、その両面の外周端の相互間に存する端面とを有するガラス基板において、前記表面および裏面の少なくとも一方の面と前記端面との間の境界部に面取り面が形成され、該面取り面におけ

る最大谷深さ R_v は、 $R_v \leq 2.0 \mu m$ の関係を満たすことを特徴とするガラス基板。

[請求項7] 前記面取り面は、研磨処理により形成されていることを特徴とする請求項1～6の何れかに記載のガラス基板。

[請求項8] 前記面取り面は、前記端面の研磨処理後における研磨処理により形成されていることを特徴とする請求項7に記載のガラス基板。

[請求項9] 前記端面は、前記表面および裏面の外周端の相互間に平坦面として形成されていることを特徴とする請求項8に記載のガラス基板。

[請求項10] 前記端面は、前記表面および裏面の外周端から板厚中央部にかけて外方に漸次突出する湾曲面として形成されていることを特徴とする請求項8に記載のガラス基板。

[請求項11] 前記端面の長手方向と直交し且つ前記表面及び裏面と直交する断面において、表面側の境界部に形成される前記面取り面の表面側への接線と、前記表面とのなす角度 α 、および、裏面側の境界部に形成される前記面取り面の裏面側への接線と、前記裏面とのなす角度 β は、それぞれ、 $10^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$ および $10^\circ \leq \beta \leq 30^\circ$ の関係を満たすことを特徴とする請求項10に記載のガラス基板。

[請求項12] 板厚 T は、 $0.05 mm \leq T \leq 1.1 mm$ の関係を満たすことを特徴とする請求項11に記載のガラス基板。

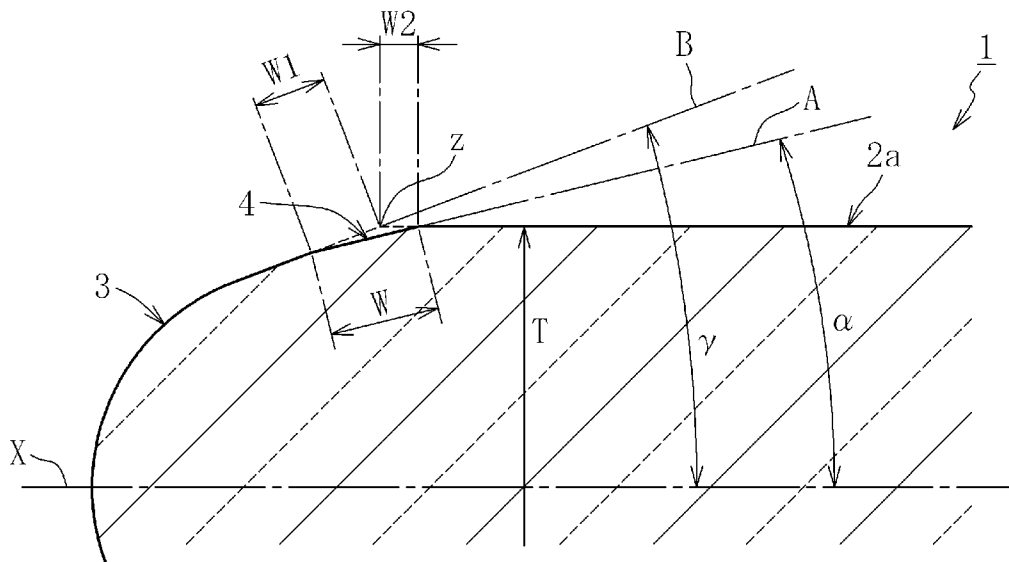
[請求項13] 板厚 T と、前記面取り面の長手方向と直交する方向の幅 W とは、 $0.07 \leq W/T \leq 0.30$ の関係を満たすことを特徴とする請求項12に記載のガラス基板。

[請求項14] 請求項7に記載のガラス基板を製造する方法であって、前記面取り面を研磨する研磨具として、回転軸と直交する研磨面を有する回転研磨具を使用し、且つ前記研磨面の外周部の粗度を内周部の粗度よりも小さく形成すると共に、ガラス基板の表面および裏面の少なくとも一方の面と研磨処理後の端面との間の境界部に対して、前記回転研磨具がその長手方向に相対的に直線移動しながら前記回転軸廻りに回転す

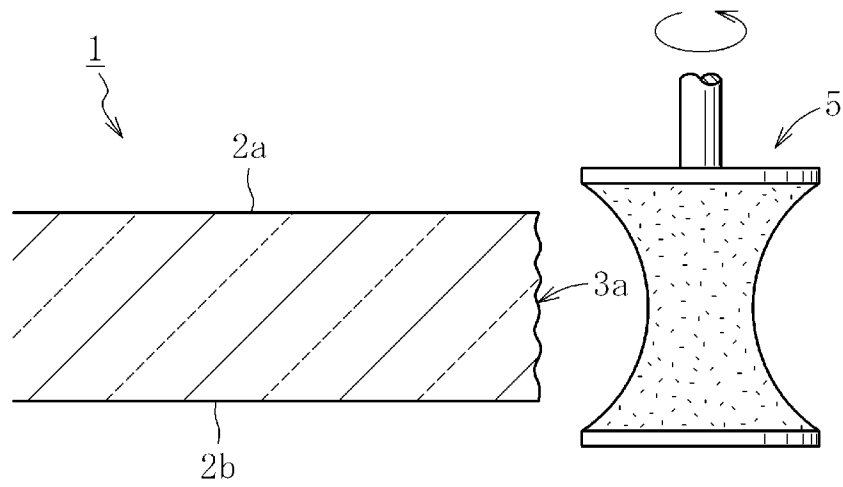
ることにより、前記研磨面の外周部および内周部の双方によって前記面取り面を形成することを特徴とするガラス基板の製造方法。

[請求項15] 請求項8に記載のガラス基板を製造する方法であって、ガラス基板の端面に対して粗研磨処理を施した後に仕上げ研磨処理を施し、然る後、ガラス基板の表面および裏面の少なくとも一方の面と前記端面との間の境界部に、前記仕上げ研磨処理よりも細かい粒度を有する研磨具を用いて特定研磨処理を施すことにより前記面取り面を形成することを特徴とするガラス基板の製造方法。

[図1]



[図2]



[図3]

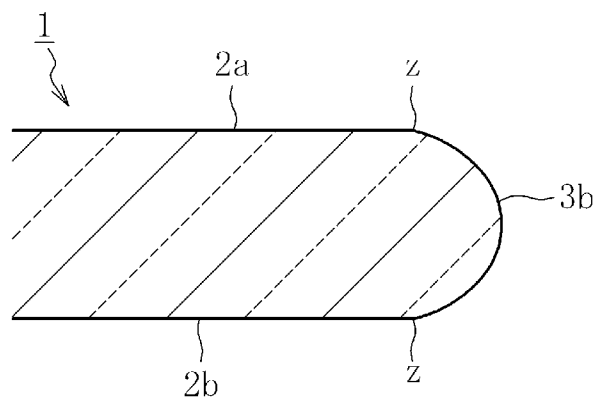
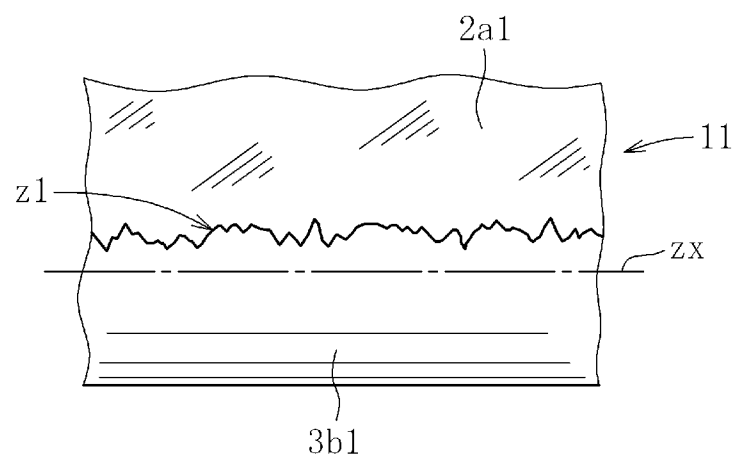
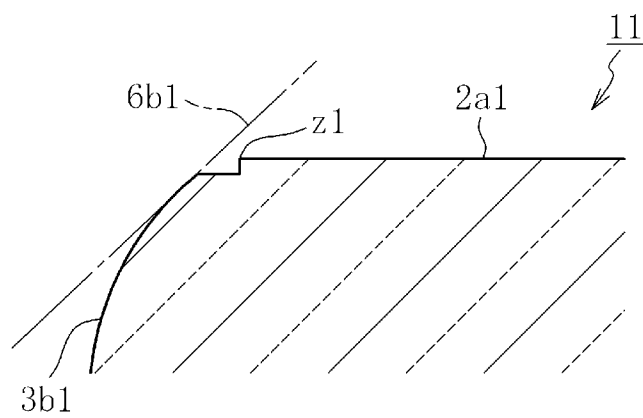


Figure 1 is a schematic diagram of a measurement system. It shows a horizontal line representing a surface 1. Above this surface, a curved surface 2a is depicted. Below the horizontal line, a vertical surface 2b is shown. A probe 6 is shown in two positions, one above 2a and one below 2b, with a vertical axis z. The probe 6 is connected to a block 6a. A block 7 is shown below 2b.

[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/053800

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B24B9/00(2006.01)i, C03C19/00(2006.01)i, G02F1/1333(2006.01)i, H01J9/24(2006.01)i, H01J17/16(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)

B24B9/00, C03C19/00, G02F1/1333, H01J9/24, H01J17/16

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 1996-2010

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2010 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2010

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.
A	JP 2009-99250 A (Hoya Corp.), 07 May 2009 (07.05.2009), entire text; all drawings & WO 2009/041492 A1	1-15
A	JP 2009-134802 A (The Furukawa Electric Co., Ltd.), 18 June 2009 (18.06.2009), entire text; all drawings & US 2009/0142626 A1	1-15
A	JP 2008-119801 A (Shoda Techtron Corp.), 29 May 2008 (29.05.2008), entire text; all drawings & US 2009/0042493 A1 & WO 2008/059929 A1	1-15



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

23 March, 2010 (23.03.10)

Date of mailing of the international search report

06 April, 2010 (06.04.10)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/053800

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	WO 2009/084683 A1 (Hoya Corp.), 07 September 2009 (07.09.2009), paragraph [0197]; fig. 1 (Family: none)	15 1-14

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. B24B9/00(2006.01)i, C03C19/00(2006.01)i, G02F1/1333(2006.01)i, H01J9/24(2006.01)i, H01J17/16(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. B24B9/00, C03C19/00, G02F1/1333, H01J9/24, H01J17/16			
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 日本国公開実用新案公報 日本国実用新案登録公報 日本国登録実用新案公報 1 9 2 2－1 9 9 6 年 1 9 7 1－2 0 1 0 年 1 9 9 6－2 0 1 0 年 1 9 9 4－2 0 1 0 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
A	JP 2009-99250 A (H O Y A株式会社) 2009.05.07, 全文, 全図 & WO 2009/041492 A1		1-15
A	JP 2009-134802 A (古河電気工業株式会社) 2009.06.18, 全文, 全図 & US 2009/0142626 A1		1-15
A	JP 2008-119801 A (ショーダテクトロン株式会社) 2008.05.29, 全文, 全図 & US 2009/0042493 A1 & WO 2008/059929 A1		1-15
☒ 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 2 3 . 0 3 . 2 0 1 0		国際調査報告の発送日 0 6 . 0 4 . 2 0 1 0	
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） 橋本 卓行 電話番号 0 3－3 5 8 1－1 1 0 1 内線 3 3 2 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
X A	WO 2009/084683 A1 (HOYA株式会社) 2009.09.07, 【0197】, 図1 (ファミリーなし)	15 1-14