

ガラス板の製造方法

BACKGROUND OF THE INVENTION

Field of Invention

【０００１】

本発明は、成形されたガラス板の端面を研削する工程を含んだガラス板の製造方法に関する。

Background of the Related Arts

【０００２】

フラットパネルディスプレイ等のガラス板を製造する際、成形されたガラス板を所定の大きさに切断する。ガラス板の切断では、カッターを用いた機械的な切断とレーザを用いた切断が一般的である。カッターを用いたガラス板の切断では、ガラス板に機械的に切れ目を入れて切断するため、切断された端面には、数 μm ～ $100\mu\text{m}$ 程度の深さのクラックが生成されている。このクラックは、ガラス板の機械的強度の劣化を招く。また、レーザを用いた切断では、熱応力を利用してガラス板に切れ目を入れて切断するため、切断されたガラス板の端面は鋭利で欠けやすい状態になる。そのため、切断されたガラス板の端面のクラックや、鋭利な部分は、研削及び研磨により取り除かれる。すなわち、ガラス板の機械的強度を上げ、ガラス板のカケ、ワレを防止し、後工程でのハンドリングをし易くするために、ガラス板の端面の研削及び研磨が行われる。

【０００３】

ガラス板の端面の加工処理として、ガラス板の端面をメタルボンドダイヤモンドホイールによって研削した後、特開２００１－２５９９７８号公報に開示されている柔軟性及び弾性を有する研磨ホイールによって研磨する面取り方法が知られている。しかし、従来の端面加工では、上記の研磨ホイールによって研磨を行っても、ガラス板の端面の微小な凹凸の除去が不十分になる場合がある。このような場合、ガラス板の端面の微小な凹凸にガラス粉等のパーティクルが詰まると、後の工程でこの凹凸に詰まったパーティクルが、後工程における処理中にガラス板の表裏面である主表面に付着して、ガラス板の品質を低下させる原因となる。さらに、ガラス板の端面の凹凸が十分に低減されない場合、ガラス板の機械強度が低下することがある。また、ガラス板の製造方法において、ガラス板の生産性を向上させるには研削速度を上昇させることも必要である。

SUMMARY OF THE INVENTION

【０００４】

本発明は、ガラス板の製造量を確保しつつ、ガラス板の端面の凹凸を従来よりも低減させるガラス板の製造方法を提供する。

【0005】

本発明の一態様は、ガラス板の製造方法であって、
ガラス板を研削する工程と、研削後の前記ガラス板を研磨する工程と、を含み、
前記ガラス板を研削する工程は、
砥粒を第1の結合剤で固めた第1の研削ホイールを用いてガラス板の端面を研削する第1の研削工程と、
前記第1の研削工程の後、砥粒を前記第1の結合剤よりも硬度及び剛性の低い第2の研削ホイールを用いて前記ガラス板の端面を研削する第2の研削工程と、
を有する。

BRIEF DESCRIPTION OF DRAWING

【0006】

FIG.1 は、ガラス板の製造工程中の1ラインにおけるガラス板の端面の加工処理の流れを示す図である。

FIG.2 は、本実施形態における第1の研削ホイールと第2の研削ホイールを示す斜視図である。

DESCRIPTION OF THE EMBODIMENTS

【0007】

以下、本発明のガラス板の製造方法を、本実施形態に基づいて詳細に説明する。

本実施形態で製造されるガラス板は、特に限定されないが、例えば、携帯電子機器等の電子機器の表示画面に用いるカバーガラスや、フラットパネルディスプレイ等の表示装置の基板等に用いられる。

【0008】

ガラス板の組成は特に限定されないが、例えば、以下の組成比率のガラス板に適用され得る。

- (a) SiO_2 :50～70質量%、
- (b) B_2O_3 :5～18質量%、
- (c) Al_2O_3 :10～25質量%、
- (d) MgO :0～10質量%、
- (e) CaO :0～20質量%、
- (f) SrO :0～20質量%、
- (g) BaO :0～10質量%、
- (p) RO :5～20質量% (ただしRはMg、Ca、SrおよびBaから選ばれる少なくとも1つ)

とも1種であり、ROの含有量の合計である)、

(q) $R'_2O:0.20$ 質量%を超え 2.0 質量%以下(ただし R' はLi、NaおよびKから選ばれる少なくとも1種であり、 R'_2O の含有量の合計である)、

(r) 酸化スズ、酸化鉄および酸化セリウムから選ばれる少なくとも1種の金属酸化物を合計で $0.05 \sim 1.5$ 質量%。

【0009】

本実施形態では、溶解されたガラスを、ダウンドロー法により成形した後、所定の長さにて裁断したガラス板を $10\text{m}/\text{分}$ 以上の搬送速度で搬送しながら、ガラス板の端面の研削及び研磨を行う。ガラスの成形方法はダウンドロー法に限定されず、フロート法などの他の方法により成形してもよい。

【0010】

FIG.1は、本実施形態の製造工程中の1ラインにおけるガラス板の端面の加工処理の流れを示す図である。ガラス板の端面加工処理ライン10には、第1面取り機12、第2面取り機14、コーナーカット機16、および反転機18と、が設けられている。第1面取り機12、反転機18、第2面取り機14、および、コーナーカット機16は、搬送経路の上流側から順に配置されている。FIG.2は、第1面取り機12、第2面取り機14における第1の研削ホイールと第2の研削ホイールを示す斜視図である。

【0011】

FIG.1に示すように、ガラス板Gを搬送しながら、第1面取り機12において、矩形状のガラス板Gの短辺の端面について、搬送経路の両側に設けられた研削用のダイヤモンドホイール12aを用いて研削が行われる。FIG.2に示すように、ダイヤモンドホイール12aは、回転軸Zの方向に、第1の研削ホイール12a₁と第2の研削ホイール12a₂の2段に構成されている。

【0012】

第1の研削ホイール12a₁は、ダイヤモンド砥粒を、鉄を含む金属系の結合剤で固めた研削ホイールである。第1の研削ホイールの結合剤は第2の研削ホイール12a₂の結合剤よりも硬度及び剛性が高いものが用いられる。ここで硬度とは、ショア硬さであり、剛性とは、ヤング率をいう。第1の研削ホイール12a₁の結合剤が金属系であれば、例えばコバルト系、ブロンズ系などの他の金属結合剤を用いても良い。また、第2の研削ホイールの結合剤よりも硬度及び剛性が高ければ、第1の研削ホイール12a₁の結合剤としてセラミックス質の結合剤を用いてもよい。第1の研削ホイール12a₁は、例えば、JIS R6001-1987で規定される#300から#400程度の粒度のダイヤモンド砥粒を用いることができる。本実施形態では、第1の研削ホイール12a₁は、#400の粒度のダイヤモンド砥粒を用いる。砥粒はダイヤモンドに限らず、CBN(ボラゾン)であっても良い。第1の研削ホイール12a₁の粒度は、第2の研削ホイール12a₂のダイヤモンド砥粒の粒度と等しいか又はそれよりも粗くてもよい。

【0013】

第2の研削ホイール12a₂は、ダイヤモンド砥粒を、エポキシを含む樹脂系の結合剤で固めた研削ホイールである。第2のダイヤモンド砥粒の結合剤は第1の研削ホイール12a₁よりも硬度及び剛性が低いものが用いられる。第1の研削ホイール12a₁の結合剤よりも硬度及び合成が低ければ、セラミックス質の結合剤を用いてもよい。樹脂系であれば、例えばポリイミド系の材質であってもよい。砥粒はダイヤモンドに限らず、CBNであっても良い。本実施形態では、第2の研削ホイール12a₂は、JIS R6001-1987で規定される#400の粒度のダイヤモンド砥粒を用いる。

なお、第1の研削ホイール12a₁の砥粒の粒度は、第2の研削ホイール12a₂の砥粒の粒度と等しいか又はそれよりも粗い、ことが研削を効率よく行う上で好ましい。

【0014】

第1の研削工程では、第1面取り機12において、ガラス板GがFIG.1の矢印で示される搬送方向に搬送され、第1の研削ホイール12a₁の、FIG.2に点線で示される研削溝Wによってガラス板Gの端面が研削される。第1の研削ホイール12a₁は、ガラス板Gの端面を、所定の研削量、研削する。これにより、ガラス板Gの端面は、元の端面よりもガラス板の中央側に後退し、端面の断面形状は、第1の研削ホイール12a₁の研削溝Wの断面形状に対応して曲率のついた凸形状に研削される。ここで、研削量とは、研削前の元の端面の位置から、研削されて後退した研削後の凸形状の端面の頂点の位置までの距離である。すなわち、ガラス板Gの端面がガラス板Gの主表面の方向に研削された量である。第1の研削ホイール12a₁によるガラス板Gの研削量は、例えば40μmから60μmまでの範囲内である。第1の研削工程におけるガラス板Gの搬送速度は、生産性を確保する観点から10m/分以上であることが好ましい。本実施形態では、ガラス板Gの搬送速度は10m/分である。

【0015】

第1の研削工程では、ガラス板Gの端面のJIS B 0601-1982で規定される最大高さRmaxが、少なくとも10μm以上かつ18μm以下、より好ましくは13μm以上かつ14μm以下になるように、ガラス板Gの端面が研削される。また、ガラス板Gの端面のJIS B 0601-1982で規定される算術平均粗さRaは、例えば0.5μm程度になる。

【0016】

その後、FIG.2に示すように、ダイヤモンドホイール12aは、第2の研削ホイール12a₂の研削溝Wがガラス板Gの端面の位置に対応するように、回転軸Zの方向に移動する。第2の研削工程において、ガラス板Gは、FIG.1の矢印と逆方向に搬送され、この搬送中、第2の研削ホイール12a₂の研削溝Wによって端面が研削される。これにより、ガラス板Gの端面の断面形状は、第2の研削ホイール12a₂の研削溝Wの断面形状に対応して曲率のついた凸形状に研削される。

【0017】

第2の研削ホイール12a₂によるガラス板Gの研削量は、例えば10 μ mから30 μ mまでの範囲内である。第2の研削工程におけるガラス板Gの搬送速度は、生産性を確保する観点から10m/分以上であることが好ましく、15m/分以上であることがより好ましい。本実施形態では、ガラス板Gの搬送速度は15m/分である。第2の研削工程におけるガラス板Gの搬送速度は、第1の研削工程におけるガラス板Gの搬送速度よりも大きいことが好ましい。

【0018】

第2の研削工程では、ガラス板Gの端面のJIS B 0601-1982で規定される最大高さRmaxが、少なくとも4 μ m以上かつ8 μ m以下、より好ましくは6 μ m程度になるように、ガラス板Gの端面を研削する。また、ガラス板Gの端面の上記算術平均粗さRaは、例えば0.1 μ mから0.2 μ m程度になる。

【0019】

なお、研削ホイール12aの回転方向については、ガラス板Gと接触する研削ホイール12aの外周面の方向が、ガラス板Gの搬送方向と同じになるように設定されてもよいし、逆の方向に設定されてもよい。本実施形態では、第1の研削工程においてガラス板Gと接触する研削ホイール12aの外周面の方向が、ガラス板Gの搬送方向と逆の方向になり、第2の研削工程でガラス板Gの搬送方向と同じ方向になるように、研削ホイール12aを一方方向に回転させている。

【0020】

研磨工程では、第2の研削工程で研削されたガラスGの端面が、搬送経路の両側に設けられた研磨ホイール12bにより研磨される。研磨ホイール12bは、例えば特開2001-259978号公報に開示されているような、柔軟性及び弾性を有する樹脂結合研磨ホイールを用いることができる。この場合、樹脂結合研磨ホイールは柔軟性及び弾性を確保する点で、樹脂結合研磨ホイールの弾性係数は、例えば50～10000kg/cm²であり、あるいは500～7000kg/cm²であることが好ましい。また、樹脂結合研磨ホイールのショアーD硬度は、例えば10～95、あるいは40～80であることが好ましく、樹脂結合研磨ホイールの密度は、例えば0.4～2.5g/cm³であることが好ましい。本願は、特開2001-259978号公報を参照引用する。

【0021】

樹脂結合研磨ホイールは、例えばSiC、Al₂O₃及びCeO₂のような研磨材料に通常用いられる砥粒を柔軟性及び弾性を有する樹脂結合剤で固めたものである。砥粒の粒度は例えば、JIS R6001-1987で規定される#300から#500程度を用いることができる。本実施形態では、研磨ホイール12bの粒度は#400である。

【0022】

研磨工程におけるガラス板Gの搬送速度は、生産性を確保する観点から15m/分以上であることが好ましい。本実施形態では、ガラス板Gの搬送速度は例えば20m/分であ

る。なお、研磨ホイール12bの回転方向については、ガラス板Gと接触する研削ホイール12bの外周面の方向が、ガラス板Gの搬送方向と同じになるように、設定されてもよいし、逆の方向に設定されてもよい。本実施形態では、ガラス板Gと接触する研磨ホイール12bの外周面の方向が、ガラス板Gの搬送方向と逆の方向になるように、研磨ホイール12bの回転方向が設定されている。

【0023】

研磨工程では、ガラス板Gの端面の上記最大高さ R_{max} が、 $4\mu m$ 未満、好ましくは $3.5\mu m$ 以下になるように、ガラス板Gの端面を研磨する。また、ガラス板Gの端面の上記平均粗さ R_a は、例えば $0.03\mu m \sim 0.06\mu m$ 程度になる。

なお、本実施形態では、ガラス板Gの端面の研削と研磨とを明確に区別している。すなわち、研削とは、ガラスを削り取ることによりガラス板Gの端面の断面形状を所望の形状に成形する加工であり、少なくとも数 μm の研削量を伴う。したがって、研削によっては、最終的な製品となる板ガラスGの端面の上記のような表面品位を得ることはできない。

これに対して研磨とは、ガラス板Gの端面の微小な凹凸をならすことで、微小な凹凸を低減又は除去し、ガラス板Gの端面の表面品位を向上させる加工である。したがって、研磨によってはガラスG板の端面の断面形状にほとんど変化はなく、いわゆる鏡面加工と呼ばれるような表面処理を含む加工である。

【0024】

なお、本実施形態ではダイヤモンドホイール12a及び研磨ホイール12bをガラス板Gの搬送方向へ移動させずに端面の研削及び研磨を行うが、ガラス板Gを静止させ、あるいはガラス板Gを搬送しながら、ダイヤモンドホイール12a及び／又は研磨ホイール12bを移動させてガラス板Gの端面を研削及び研磨してもよい。

【0025】

研磨後、反転機18は、ガラス板Gの向きを90度回転させて、搬送経路に沿ってガラス板Gを第2面取り機14に搬送する。第2面取り機14は、第1面取り機12のダイヤモンドホイール12aと同様のダイヤモンドホイール14aを備えている。FIG.2に示すようにダイヤモンドホイール14aは、第1面取り機12の第1の研削ホイール12a₁及び第2研削ホイール12a₂と同様の、第1の研削ホイール14a₁及び第2の研削ホイール14a₂と、を備えている。

【0026】

第2面取り機14においては、矩形状のガラス板Gの長辺の端面に対して、搬送経路の両側に設けたダイヤモンドホイール14aの第1の研削ホイール14a₁により第1面取り機12と同様の第1の研削工程が行われる。その後、矩形状のガラス板Gの長辺の端面に対して、第2の研削ホイール14a₂により第1面取り機12と同様の第2の研削工程が行われる。

【0027】

この後、研磨工程において、搬送経路の両側に設けられた研磨ホイール14bを用いて研削されたガラス板Gの端面の研磨が行われる。研磨ホイール14bは第1面取り機12の研磨ホイール12bと同様に構成されている。この後、コーナーカット機16にガラス板Gは搬送され、コーナーカット用ダイヤモンドホイール16aを用いてガラス板Gのコーナーが研削、研磨される。その後、ガラス板Gは、洗浄工程、検査工程を経て、製品として出荷される。

【0028】

本実施形態においては、ガラス板Gの端面の研削を、ダイヤモンド砥粒を金属結合剤で固めたメタルボンドダイヤモンドホイールである第1の研削ホイール12a₁、14a₁による研削と、ダイヤモンド砥粒を熱硬化性の樹脂結合剤で固めたレジンボンドダイヤモンドホイールである第2の研磨ホイール12a₂、14a₂による研削との二段階で行っている。

【0029】

メタルボンドダイヤモンドホイールすなわち金属結合剤を用いた研削ホイールは、粒度や結合材の仕様によっては研削品位に重点をおいた研削ができ、また、研削処理能力に重点をおいた高速研削ができ、したがって、あらゆる研削仕様が設定可能である。研削処理能力に重点をおいたホイール仕様では、ガラス板を研削する処理能力が向上する分、ガラス板に対するダメージは大きくなり、表面粗さやチッピング等のガラス板の端面の品位が犠牲となる場合がある。したがって、ガラス板の端面の品位を維持しようとした場合、研削品位を重視した仕様のメタルボンドダイヤモンドホイールを使用することになる。しかし、研削品位を重視した仕様のホイールを用いて研削速度を上げると砥粒の目つぶれや目詰まりなどの頻度が高まり、研削処理能力が不足し、研削ヤケやハマカケ等の欠陥を多発させてしまうリスクが生じる。そのため、研削品位を重視した仕様のメタルボンドダイヤモンドホイールを用いた場合、生産性を維持、向上させるのは困難である。また、金属結合剤を用いた研削ホイールで研削した状態のガラス板Gの端面の凹凸の研磨を行ってガラス板Gの端面の凹凸を十分に低減させ、製品の品質を向上させるためには、研磨時間が過度に長くなることから、生産性を犠牲にせざるを得ない。

【0030】

レジンボンドダイヤモンドホイールすなわち熱硬化性の樹脂結合剤を用いた研削ホイールは、金属結合剤を用いた研削ホイールと比較してクッション性に富み、柔軟性が高い。したがって、ガラス板Gの端面に与えるダメージを極力抑え、繊細な研削が可能である。そのため、金属結合剤を用いた研削ホイールと比較して、ガラス板Gの端面の表面粗さが小さくなる。

【0031】

本実施形態では、メタルボンドダイヤモンドホイールによる研削として研削力に重点を置き、高速研削によって、ガラス板の端面に必要な形状を短時間で形成する。その後、レ

ジンボンドダイヤモンドホイールによる研削によって、ガラス板Gの端面を、次工程の研磨で目標となる表面粗さを実現可能な所定の表面粗さになるように可能な限り高速に研削している。そして、本実施形態の研削にて得られた、従来の研削よりも高品位なガラス板の端面に対して、最終研磨を施すことで、目標とするガラス板Gの表面粗さ等の高品位な端面を得ることができ、かつ短時間に加工することができる。

【0032】

本実施形態では、表面粗さの指標として上記の最大高さ R_{max} を用いている。ガラス板Gの端面の研削及び研磨においては、ガラス板Gの端面には微小な凹凸が形成されるが、凸部よりも凹部が支配的であると考えられる。したがって、表面粗さの指標として上記の最大高さ R_{max} を用いることで、極端に深い凹部が形成されないようにすることができる。これにより、ガラス板Gの端面の凹部に詰まるパーティクルの量を低減させ、ガラス板Gの表面に付着するパーティクルの量を低減させ、ガラス板Gの品質を向上させることができる。また、ガラス板Gの端面に極端に深い凹部が形成されないようにすることで、ガラス板の強度を向上させることができる。

【0033】

以上説明したように、本実施形態のガラス板の製造方法によれば、生産性を確保しつつ、ガラス板Gの端面の凹凸を十分に低減させ、製品の品質を向上させることができる。

なお、ガラス板Gの端面加工処理ライン10は、上記の構成に限定されない。例えば、第1の面取り機12にコーナーカット機16及び反転機18の機能を持たせ、コーナーカット機16及び反転機18を省略することもできる。この場合、次の(1)から(5)を1つの面取り機において行うことができる。

(1) ガラス板Gを搬送方向に搬送し、コーナーカットを行った後、ガラス板Gの長辺の第1の研削工程を行い、さらにコーナーカットを行う。

(2) ガラス板Gを搬送方向と逆方向に搬送し、ガラス板Gの長辺の第2の研削工程を行う。

(3) ガラス板Gを 90° 回転させる。

(4) ガラス板Gを搬送方向に搬送し、コーナーカットを行った後、ガラス板の短辺の第1の研削工程を行い、さらにコーナーカットを行う。

(5) ガラス板Gを搬送方向と逆方向に搬送し、ガラス板Gの短辺の第2の研削工程を行う。

なお、(4)の工程のコーナーカットは、カットする寸法が大きい場合のみ行う。コーナーカットについては、第1の研削工程で使用した第1の研削ホイール12a₁を使用することができる。なお、研削を行う面取り機と、研磨を行う研磨機とを別の装置としても良い。

【0034】

(実施例、比較例)

以下、上記の実施形態に基づく実施例と、本実施形態と異なる比較例について説明する。

【0035】

実施例においては、上述したように、第1の研削工程、第2の研削工程、及び研磨工程をガラス板Gの端面に施した。実施例と対比する比較例においては、上記の実施形態における第1の研磨ホイール12a₁と同様の金属結合剤を用いたダイヤモンドホイールのみを用いて研削を行った後、上述の研磨工程を行った。

【0036】

実施例及び比較例に用いるダイヤモンドホイール12aの外径はいずれも250mmとし、研磨ホイール14bの外径はいずれも150mmとした。また、第1の研削工程における研削ホイール12aの回転速度はいずれも2298rpmとし、第2の研削工程における研削ホイール12aの回転速度は3000rpmとし、研磨工程における研磨ホイール14bの回転速度はいずれも2500rpmとした。第1の研削工程で用いるダイヤモンドホイールのダイヤモンド砥粒の粒度は、実施例においては#400、比較例においては#500とし、金属結合剤はいずれも鉄系の結合剤を用いた。第2の研削工程で用いるダイヤモンドホイールのダイヤモンド砥粒の粒度は、#400とし、樹脂結合剤はエポキシ系の結合剤を用いた。研磨工程で用いる砥粒はSiCを用い、その粒度は#400とし、柔軟性及び弾性を有する樹脂結合剤はポリウレタン系の結合剤を用いた。この条件で、ガラス板の端面の研削及び研磨を行った。また、実施例では、ガラス板の搬送速度を第1の研削工程において10m/分とし、第2の研削工程において15m/分とし、研磨工程において20m/分とした。比較例では、ガラス板の搬送速度を、研削工程において7m/分とし、研磨工程において20m/分とした。

【0037】

このとき、ガラス板の端面の研削量は、実施例の第1の研削工程において40μm～60μm、比較例の研削工程においては90μm～110μmであった。その後、実施例で行った第2の研削工程ではガラス板の端面の研削量は、10μm～30μmであった。

実施例及び比較例では、その後、上記の実施形態における研磨ホイール14bと同様の研磨ホイールを用いて研磨を行った。

【0038】

すなわち、上記実施例では、ガラス板の端面の研削を、メタルボンドダイヤモンドホイールによる研削と、レジンボンドダイヤモンドホイールによる研削の二段階で行った後、研削後のガラス板の端面を研磨した。これに対して、上記比較例では、板ガラスの端面の研削を、メタルボンドダイヤモンドホイールによる研削のみで行った後、研削後のガラス板の端面を研磨した点で、上記の実施例と異なっている。

【0039】

比較例においては、ガラス板の表裏面（主表面）に垂直な方向から端面を撮影した Side View の写真に欠けが見られた。また、ガラス板の表裏面に平行な方向から、5倍及び20倍の倍率で端面を撮影した Front View の写真では、比較的大きな凹部が形成されていた。

【0040】

実施例においては、ガラス板の表裏面に垂直な方向から端面を撮影した **Side View** の写真に欠けは見られなかった。また、ガラス板の表裏面に平行な方向から、5倍及び20倍の倍率で端面を撮影した **Front View** では、比較例と比較して凹部が浅く小さくなり、端面の平滑性が向上していた。

【0041】

上記実施例に基づく研削及び研磨を行ったガラス板の端面のパーティクルの量と、上記比較例に基づく研削及び研磨を行ったガラス板の端面のパーティクルの量と、を測定して比較した。パーティクルの量の測定は、ガラス板の端面を、吸引器を有するパーティクルカウンターを用いて吸引することにより行った。上記実施例のサンプルでは、上記比較例のサンプルと比較して、パーティクルの量がおおよそ30%低下した。

【0042】

上記実施例に基づく研削及び研磨を行ったガラス板の端面の **JIS B 0601-1982** に規定された算術平均粗さ **Ra** と、上記比較例に基づく研削及び研磨を行ったガラス板の端面の算術平均粗さ **Ra** と、を比較した。上記実施例のサンプルでは **Ra** が $0.05\mu\text{m}$ 前後であり、上記比較例のサンプルと比較して、**Ra** がおおよそ37%低下した。なお、算術平均粗さ **Ra** は、株式会社東京精密製、粗さ測定器、サーフコム（商品名）を用いて測定した結果である。なお、最大高さ **Rmax** についても同様の方法で測定している。

【0043】

上記実施例に基づく研削及び研磨を行ったガラス板と上記比較例に基づく研削及び研磨を行ったガラス板の曲げ強度を比較した。実施例のガラス板のサンプルにおいて、比較例のガラス板のサンプルよりも0.1%破損率が5～10Mpa程度向上し、ガラス板の機械的強度が向上したことが確認できた。ガラス板の曲げ強度は4点曲げ試験により測定した。

【0044】

以上、本発明のガラス板の製造方法について詳細に説明したが、本発明は上記実施形態に限定されず、本発明の主旨を逸脱しない範囲において、種々の改良や変更をしてもよい。

WHAT IS CLAIMED IS:

1. ガラス板の製造方法であって、
ガラス板の端面を研削する工程と、研削後の前記ガラス板の端面を研磨する工程と、を含み、
前記ガラス板の端面を研削する工程は、
砥粒を第1の結合剤で固めた第1の研削ホイールを用いて前記ガラス板の端面を研削する第1の研削工程と、
前記第1の研削工程の後、砥粒を前記第1の結合材よりも硬度及び剛性が低い第2の結合剤で固めた第2の研削ホイールを用いて前記ガラス板の端面を研削する第2の研削工程と、
を有するガラス板の製造方法。
2. 前記第1の結合剤は金属結合剤であり、前記第2の結合剤は樹脂結合剤である、
クレーム1に記載のガラス板の製造方法。
3. 前記第1の研削工程において、前記ガラス板の端面は、JIS B 0601-1982 で規定される最大高さ R_{max} が $10\ \mu\text{m}$ 以上かつ $18\ \mu\text{m}$ 以下になるように研削され、
前記第2の研削工程において、前記ガラス板の端面は前記最大高さ R_{max} が $4\ \mu\text{m}$ 以上かつ $8\ \mu\text{m}$ 以下になるように研削される、
クレーム1に記載のガラス板の製造方法。
4. 前記ガラス板を研磨する工程において、前記ガラス板の端面は最大高さ R_{max} が $4\ \mu\text{m}$ 未満になるように研磨される、
クレーム1に記載のガラス板の製造方法。
5. 前記第1の研削工程における前記ガラス板の端面の研削量が、 $40\ \mu\text{m}$ 以上かつ $60\ \mu\text{m}$ 以下であり、
前記第2の研削工程における前記ガラス板の端面の研削量が、 $10\ \mu\text{m}$ 以上かつ $30\ \mu\text{m}$ 以下である、
クレーム1に記載のガラス板の製造方法。
6. 前記ガラス板を搬送しながら前記第1の研削工程、前記第2の研削工程、及び前記研磨工程を行う、
クレーム1に記載のガラス板の製造方法。

7. 前記ガラス板の搬送速度は、10 m/分以上である、
クレーム6に記載のガラス板の製造方法。
8. 前記第2の研削工程における前記ガラス板の搬送速度は15 m/分以上である、
クレーム7に記載のガラス板の製造方法。
9. 前記第1の研削ホイール及び前記第2の研削ホイールの砥粒はダイヤモンド砥粒である、
クレーム1に記載のガラス板の製造方法。
10. 前記第1の研削ホイールの砥粒の粒度が、前記第2の研削ホイールの砥粒の粒度と等しいか又はそれよりも粗い、
クレーム1に記載のガラス板の製造方法。
11. 前記ガラス板を研磨する工程において、前記ガラス板の端面を研磨する研磨ホイールの結合剤は発泡弾性体材料であり、砥粒はSiC、Al₂O₃、又はCeO₂から選ばれる一種以上の材質により形成されている、
クレーム1に記載のガラス板の製造方法。
12. 前記ガラス板は、フラットパネルディスプレイの表示装置の基板、あるいは、電子機器の表示画面のカバーガラスに用いられる、
クレーム1に記載のガラス板の製造方法。
13. 前記ガラス板は、ダウンドロー法又はフロート法により成形される、
クレーム1に記載のガラス板の製造方法。
14. クレーム1に記載のガラス板の製造方法により製造されたガラス板であって、
前記ガラス板の端面の断面形状は曲率のついた凸形状に形成され、
前記ガラス板の端面の、JIS B 0601-1982で規定される最大高さR_{max}が4 μm未満であり、JIS B 0601-1982で規定される算術平均粗さRaが0.06 μm以下である、
ガラス板。