(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

特開平10－291826

(43)公開日　平成10年(1998)11月４日

(51)Int.Cl.[6]	識別記号	ＦＩ	
Ｃ０３Ｂ　17/06		Ｃ０３Ｂ　17/06	
Ｇ０９Ｆ　9/30	３１０	Ｇ０９Ｆ　9/30	３１０

審査請求　未請求　請求項の数７　ＦＤ　（全 6 頁）

(21)出願番号　特願平9－114347

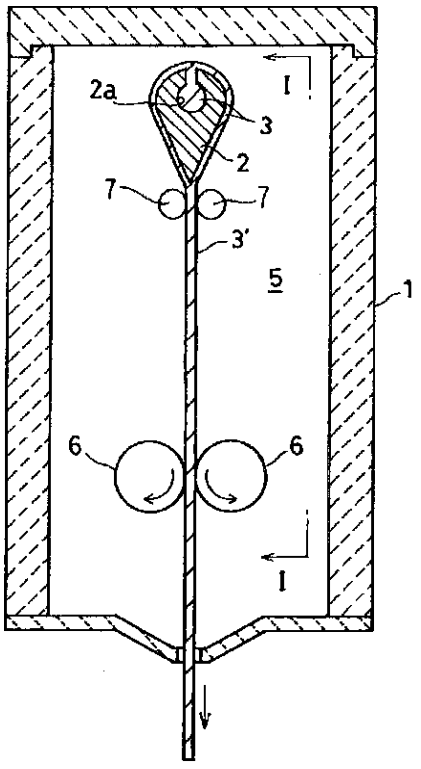
(22)出願日　平成９年(1997)４月16日

(71)出願人　000113263
ホーヤ株式会社
東京都新宿区中落合２丁目７番５号
(71)出願人　000004008
日本板硝子株式会社
大阪府大阪市中央区道修町３丁目５番11号
(72)発明者　前田　伸広
東京都新宿区中落合２丁目７番５号　ホーヤ株式会社内
(72)発明者　内田　一弥
東京都新宿区中落合２丁目７番５号　ホーヤ株式会社内
(74)代理人　弁理士　藤村　康夫

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　ガラス板の製造方法及び製造装置

(57)【要約】
【課題】　成形体を離れた後のガラス板の幅方向の収縮がより小さく、かつ、ガラス板の反りを大幅に改善できるガラス板の製造方法及び製造装置を提供する。
【解決手段】　溶融ガラス３を流下させ成形体２で板状に成形し、成形された板状ガラス３’を引っ張りローラ６で挟持しつつ下方に引き抜くガラス板の製造方法において、成形体２の下方にガラス板３’の両端を挟持する冷却ローラ７を設けるとともに、この冷却ローラ７の周速度を、引っ張りローラ６の周速度よりも小さくする。



1

【特許請求の範囲】

【請求項１】　溶融ガラスを流下させることにより板状に成形するガラス板の製造方法において、
板状に成形されたガラスに、横方向と縦方向とに張力を加えることを特徴とするガラス板の製造方法。

【請求項２】　溶融ガラスを流下させ成形体で板状に成形し、成形された板状ガラスを引っ張りローラで挟持しつつ下方に引き抜くガラス板の製造方法において、
成形体の下方にガラス板の両端を挟持する冷却ローラを設けるとともに、この冷却ローラの周速度を、引っ張りローラーの周速度よりも小さくしたことを特徴とするガラス板の製造方法。

【請求項３】　請求項２記載のガラス板の製造方法において、冷却ローラの周速度を、引っ張りローラーの周速度の３０～９０％としたことを特徴とするガラス板の製造方法。

【請求項４】　請求項２記載のガラス板の製造方法において、冷却ローラの周速度を、引っ張りローラーの周速度の４０～８０％としたことを特徴とするガラス板の製造方法。

【請求項５】　請求項１～４記載のガラス板の製造方法を用いてディスプレイ用ガラス基板を製造することを特徴とするディスプレイ用ガラス基板の製造方法。

【請求項６】　請求項１～４記載のガラス板の製造方法を用いて情報記録媒体用ガラス基板を製造することを特徴とする情報記録媒体用ガラス基板の製造方法。

【請求項７】　溶融ガラスを板状に成形する成形体と、この成形体の下方向に配置され、成形された板状ガラスを挟持しつつ下方に引き抜く引っ張りローラと、を備えたガラス板の製造装置において、
成形体の下方にガラス板の両端を挟持する冷却ローラを設けるとともに、この冷却ローラの周速度を、引っ張りローラーの周速度よりも小さくする手段を設けたことを特徴とするガラス板の製造装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】本発明は、ガラス板の製造方法及び製造装置に関する。

【０００２】

【従来の技術】ガラス板の製造方法は各種知られているが、溶融ガラスの進行方向の観点から大別すると、引き上げ法、水平状態で製造する方法、下方に流下させて製造する方法等に分類できる。

【０００３】このうち、溶融ガラスを下方に流下させ、ガラス板を垂直下方へ引き抜いてガラス板を製造する方法として、ダウンドロー法が知られている。

【０００４】ダウンドロー法としては、例えば、溶融ガラスを断面がくさび状の成形体の表裏面に沿って流下させ成形体の下端部で合流させて板状とし、これを一対の引っ張りローラによって下方に引き抜きつつ冷却してガラス板を製造する方法等が知られている。この際、成形体を離れたガラス板が幅方向に収縮する（幅が狭くなる）のを防止するため、成形体の両端部の下方にそれぞれガラス板の両端を挟持しつつガラスの進行方向に回転するロールを設ける技術が開発されている（実開昭６２－２１０３４号公報等）。

2

【０００５】なお、ダウンドロー法によって作られるガラス板は、他の方法によって作られるガラス板に比べ薄いものが得られるので、各種ディスプレイ用ガラス基板や各種情報記録媒体用ガラス基板として利用されているが、その成形方法の特性により、ガラス板の平坦性はフロート法などによって作られたガラス板より悪くなる場合がある。

【０００６】

【発明が解決しようとする課題】成形体を離れた後のガラス板の幅方向の収縮が大きいと、有効に利用できるガラス板の幅が小さくなり好ましくない。

【０００７】また、液晶ディスプレイなどの各種ディスプレイ用ガラス基板では、大型の基板であっても反りの非常に少ない高度な反り品質（高い平坦性）が望まれるが、上述した方法では反りの品質が十分であるとは言えなかった。

【０００８】なお、成形時に生じたガラス板の反りは、その後、アニール等の工程を経ることによってある程度軽減することができるが、最終的に反りの非常に少ない高度な反り品質を達成するためには、成形の際に可能な限り反りを小さくしておく必要がある。

【０００９】本発明は上述した背景の下になされたものであり、成形体を離れた後のガラス板の幅方向の収縮がより小さく、かつ、ガラス板の反りを大幅に改善できるガラス板の製造方法及び製造装置の提供を目的とする。

【００１０】

【課題を解決するための手段】

【００１１】請求項１記載のガラス板の製造方法は、溶融ガラスを流下させることにより板状に成形するガラス板の製造方法において、板状に成形されたガラスに、横方向と縦方向とに張力を加えることを特徴とする構成としてある。

【００１２】請求項２記載のガラス板の製造方法は、溶融ガラスを流下させ成形体で板状に成形し、成形された板状ガラスを引っ張りローラで挟持しつつ下方に引き抜くガラス板の製造方法において、成形体の下方にガラス板の両端を挟持する冷却ローラを設けるとともに、この冷却ローラの周速度を、引っ張りローラーの周速度よりも小さくしたことを特徴とする構成としてある。

【００１３】請求項３記載の発明は、上記請求項２記載のガラス板の製造方法において、冷却ローラの周速度を、引っ張りローラーの周速度の３０～９０％としたことを特徴とする構成としてある。

【００１４】請求項４記載の発明は、上記請求項２記載

のガラス板の製造方法において、冷却ローラの周速度を、引っ張りローラーの周速度の４０～８０％としたことを特徴とする構成としてある。

【００１５】請求項５記載の発明は、上記請求項１～４記載のガラス板の製造方法を用いてディスプレイ用ガラス基板を製造することを特徴とする構成としてある。

【００１６】請求項６記載の発明は、上記請求項１～４記載のガラス板の製造方法を用いて情報記録媒体用ガラス基板を製造することを特徴とする構成としてある。

【００１７】請求項７記載のガラス板の製造装置は、溶融ガラスを板状に成形する成形体と、この成形体の下方向に配置され、成形された板状ガラスを挟持しつつ下方に引き抜く引っ張りローラと、を備えたガラス板の製造装置において、成形体の下方にガラス板の両端を挟持する冷却ローラを設けるとともに、この冷却ローラの周速度を、引っ張りローラーの周速度よりも小さくする手段を設けたことを特徴とする構成としてある。

【００１８】

【作用】本発明では、冷却ローラの周速度が、引っ張りローラーの周速度よりも小さいので、冷却ローラで止められた溶融ガラスは、冷却ローラとの接触時間が長くなり、この結果、ガラス板の端部の冷却がより大きくなる。このため、ガラス板の幅方向の収縮をより小さくすることができる。

【００１９】さらに、ガラス板の端部がガラス板の中央部より先に冷却されるため、ガラス板の幅方向に張力が働く。また、冷却ローラと引っ張りローラとの間で強い引っ張りの力が働くため、ガラス板の長さ方向にも張力が働く。このように、幅方向と長さ方向に張力が働いた状態でガラス板が固化するため、幅方向及び長さ方向共にガラス板の反りを大幅に改善できる。

【００２０】以下、本発明を詳細に説明する。

【００２１】本発明のガラス板の製造方法では、溶融ガラスを流下させ板状に成形する。

【００２２】ここで、溶融ガラスを流下させ板状に成形する方法は、特に制限されず、細部の製造条件も含め公知の方法を採用できる。

【００２３】例えば、溶融ガラスを流下させる方法、溶融ガラスの温度及び粘度等、成形体の使用の有無、成形体の形状、構造、材質及び温度、各種温度条件等は適宜選択できる。

【００２４】溶融ガラスを流下させる方法としては、例えば、成形体の頂部に形成したスリットから溶融ガラスを流出（オーバーフロー）させ成形体の表面に沿って流下させ成形体の下端部から流下させる方法や、ガラス溶融槽の底部に設けられたスリットから溶融ガラスを流下させる方法等が挙げられる。

【００２５】なお、成形体は、板状に流下する溶融ガラスの厚さ、幅、均一性等を制御する役割を果たすものであればよく、スリットや、厚さや幅等の制御板なども含まれる。本発明では成形体を使用しない態様も含まれる。

【００２６】溶融ガラスを流下させ成形体で板状に成形する方法としては、例えば、ダウンドロー法などが挙げられる。ここで、ダウンドロー法は、一般的には溶融ガラスを流下させ成形体で成形し、これを垂直下方に引き抜いてガラス板を製造する方法である。ダウンドロー法の一例としては、例えば、溶融ガラスを断面がくさび状の成形体の表裏面に沿って流下させ成形体の下端部で合流させて板状とし、これを引張りローラで下方に引き抜きつつ冷却しながらガラス板を製造する方法等が挙げられる。

【００２７】本発明においては、ガラスの材質、サイズ、厚さ等は特に制限されない。ガラスの材質としては、例えば、アルミノシリケートガラス、ソーダアルミノケイ酸ガラス、ソーダライムガラス、鉛アルカリガラス、ホウケイ酸ガラス等が挙げられる。

【００２８】本発明では、上記のようにして成形された板状ガラスを引っ張りローラで挟持しつつ引き抜く。この際、成形体の下方にガラス板の両端を挟持する冷却ローラを設けるとともに、この冷却ローラの周速度を、引っ張りローラーの周速度よりも小さくする。このように、冷却ローラの周速度を引っ張りローラーの周速度（ガラスの引っ張り速度）よりも小さくすることで、冷却ローラで止められた溶融ガラスは、冷却ローラとの接触時間が長くなり、この結果、ガラス板の端部の冷却がより大きくなる。このため、ガラス板の幅方向の収縮をより小さくすることができる。さらに、ガラス板の端部がガラス板の中央部より先に冷却されるため、ガラス板の幅方向に張力が働く。また、冷却ローラと引っ張りローラとの間で引っ張りの力が働くため、ガラス板の長さ方向にも張力が働く。このように、幅方向と長さ方向に張力が働いた状態でガラス板が固化するため、幅方向及び長さ方向共にガラス板の反りを大幅に改善できる。

【００２９】冷却ローラ及び引っ張りローラの材質、形状、構造等は特に制限されない。冷却ローラは、ステンレス、耐熱鋼、セラミックス等で形成することができる。また、冷却ローラ中に気体や液体などの冷媒を通すこともできる。冷却ローラは、通常成形されたガラス板の両端部だけを挟持する態様とすればよいが、引っ張りローラと同様にガラス板を挟持する態様とすることもできる。冷却ローラは、上下に複数設けたり、あるいは、ガラス板に対し斜め方向に設けることもできる。

【００３０】冷却ローラ及び引っ張りローラの間隔及び設置位置は、上記作用及び製品品質等を考慮し、適宜調整できる。例えば、冷却ローラは、上記作用及び冷却効果等を考慮して、成形体の下方に近接して設けるとよい。

【００３１】溶融ガラスを流下させ成形体で板状に成形されたガラス板は、成形体を離れた直後から、冷却さ

れ、しだいに固化する。冷却方法としては、成形体を離れた直後の冷却ローラによる冷却の他に、任意の位置における、放熱による自然冷却、送風による冷却、冷却ローラーや冷却器などを用いた冷却方法等を併用できる。冷却速度や徐冷スケジュール等の冷却条件は適宜制御できる。

【００３２】特に、本発明では、冷却ローラと引っ張りローラとの間で、ガラス板の長さ方向に張力が働きつつ冷却されるようにすべく、これらのローラ間のガラスの温度、冷却速度等を制御することが好ましい。

【００３３】本発明では、冷却ローラの周速度を、引っ張りローラーの周速度の３０～９０％とすることが好ましい。その理由は、９０％よりも大きいと上述した作用が小さくなり、逆に、３０％よりも小さいとガラス板と冷却ローラとの間でスリップが生じガラスの流下速度が一定になりにくく、また、冷却ローラの摩耗が激しくなる傾向があるためである。

【００３４】同様の観点から、冷却ローラの周速度は、引っ張りローラーの周速度の４０～８０％とすることがより好ましい。

【００３５】本発明では、一対で一組の引っ張りローラを複数組配置することができる。これにより、例えば、各引っ張りローラにかかるガラス重量が減り、挟持圧力が下げられるため、ガラスが割れにくくなるとともに、滑落しにくくなる。

【００３６】本発明では、上記本発明方法を用いて製造されたガラス板を平坦度の高い圧縮板で挟み、加圧しつつ加熱、徐冷してガラス板をさらに平坦化処理することもできる。

【００３７】なお、上記本発明方法を用いて製造された板ガラス素板は、通常、所定の寸法に加工後、必要に応じ研磨等を施して各種ガラス基板とされる。

【００３８】本発明方法を用いて製造されたガラス板の用途は特に制限されないが、例えば、平坦性や薄さ等を要求される、液晶ディスプレイ、プラズマディスプレイなどのディスプレイ用ガラス基板や、磁気ディスク、光磁気ディスク、光ディスクなどの情報記録媒体用ガラス基板として好適に使用できる。また、各種電子光学用ガラス基板や、電気・電子部品用のガラス基板としても好適に使用できる。

【００３９】次に、本発明のガラス板の製造装置について説明する。

【００４０】本発明のガラス板の製造装置は、溶融ガラスを板状に成形する成形体と、この成形体の下方向に配置され、成形された板状ガラスを挟持しつつ下方に引き抜く引っ張りローラと、を備えたガラス板の製造装置において、成形体の下方にガラス板の両端を挟持する冷却ローラを設けるとともに、この冷却ローラの周速度を、引っ張りローラーの周速度よりも小さくする手段を設けたことを特徴とする。この装置によれば、上述した本発明方法を容易に実現できる。

【００４１】本発明装置において冷却ローラの周速度を制御する手段としては、冷却ローラの駆動手段及び回転速度の制御手段を設ける方法等が挙げられる。引っ張りローラの回転速度を制御する手段は特に制限されない。回転速度の制御は高精度であることが好ましい。

【００４２】本発明装置における他の部分については特に制限されない。例えば、溶融ガラスの供給手段、溶融ガラスの流下手段、温度制御手段（加熱、冷却手段等）、ローラの形状、構造、材質等や、成形体の形状、構造、材質等は適宜選択できる。

【００４３】本発明では、反りが少なく高い平坦性を有する薄板ガラスを容易かつ安価に製造できる。さらに、平坦性の向上を目的とする研磨量を小さくできる。また、大型の基板であっても反りの非常に少ない薄板ガラスを容易かつ安価に得ることができるので、各種ディスプレイ用ガラス基板の製造方法として優れる。

【００４４】

【実施例】以下、実施例にもとづき本発明をさらに具体的に説明する。

【００４５】実施例１

図１はダウンドロー方式のガラス板製造装置の縦断面を概略的に示す図、図２は図１の装置内部を図１のＩ－Ｉ線の方向から見た正面図である。

【００４６】これらの図面において、１は耐火レンガからなる炉壁、２は断面がほぼくさび状の成形体である。図示の成形体２は溶融ガラス３を収容する凹部２ａを有するいわゆるフィーディングセルと称されるものであるが、他の種類のものを用いても良い。成形体２の凹部２ａは、図２に示すように溶融ガラス供給管４に接続されている。この溶融ガラス供給管４から凹部２ａに溶融ガラスが供給され、凹部２ａの上側のスリット状開口から溶融ガラスが溢れ、成形体２の両側面に沿って流下し、成形体２の下端部で合流する。合流した溶融ガラス３は炉室５内で直ちに冷却されてガラス板３’となり、成形体２の下方に配置された一対の引っ張りローラ６によって下方に引き抜かれる。また、成形体２のすぐ下には、ガラス板３’の両端を冷却するために、ステンレス製の冷却ローラ７が配設されている。

【００４７】本実施例においては、引っ張りローラの周速度は６２ｃｍ／分とし、冷却ローラ７の周速度は３１ｃｍ／分とした。

【００４８】上記装置を用いて得られたガラス板は、全板幅５２０mm、幅方向中央部の厚みが１．１mmであって、厚みが１．１mm±０．１mmの範囲に収まる有効幅は３３０mm程度であった。また、得られたガラス板の反りは、縦・横方向共に０．０５％程度であった。反りは、図４に示すように、反り＝（ｔ／ｌ）×１００％で算出した。

【００４９】比較例１

比較として、引っ張りローラの周速度及び冷却ローラ７の周速度を共に同じ６２ｃｍ／分としたこと以外は上記実施例１と同様にしてガラス板を製造した。その結果、全板幅４９０mm、幅方向中央部の厚みが１．１mmであって、厚みが１．１mm±０．１mmの範囲に収まる有効幅は２５０mm程度であった。また、得られたガラス板の反りは、縦・横方向共に０．２％程度以上であった。

【００５０】評価

上記実施例１及び比較例１から、本発明では、成形体を離れた後のガラス板の幅方向の収縮が小さく有効に利用できるガラス板の幅が大きいこと、及び、ガラス板の反りを大幅に改善できることがわかる。このように本実施例の有効性、特に冷却ローラの有効性が確認された。

【００５１】実施例２

実施例１で得られたガラス板を所定の大きさに切断し、端面を面取りして液晶ディスプレイ用ガラス基板を作製した。得られた液晶ディスプレイ用ガラス基板は平坦であり、また表面が滑らかであるため、基板表面の研磨は必要なかった。

【００５２】以上好ましい実施例をあげて本発明を説明したが、本発明は必ずしも上記実施例に限定されるものではない。

【００５３】例えば、冷却ローラの周速度、及び引っ張りローラの周速度等は、ガラス種やその粘度等に応じて適宜調整できる。

【００５４】また、図３に示すように、冷却ローラを、上下方向に複数個設けたり、あるいは、ガラス板に対し斜め方向に設けることもできる。これにより、横方向と縦方向の張力をさらに調整できる。

【００５５】なお、本発明は板状に成形されたガラスに横方向と縦方向とに張力を加えることを特徴とするものであり、その手段は冷却ローラに限られない。

＊【００５６】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、成形体を離れた後のガラス板の幅方向の収縮が小さく、したがって有効に利用できるガラス板の幅を大きくできるとともに、ガラス板の反りを大幅に改善できるガラス板の製造方法及び製造装置を提供できる。

【００５７】本発明では、反りが少なく高い平坦性を有する薄板ガラスを容易かつ安価に製造できる。また、反りを少なくすることができる。さらに、平坦性の向上を目的として研磨が必要な場合にもその研磨量を小さくできる。

【００５８】また、大型の基板であっても反りの非常に少ない薄板ガラスを容易かつ安価に得ることができるので、各種ディスプレイ用ガラス基板の製造方法として優れる。

【図面の簡単な説明】

【図１】ダウンドロー方式のガラス板製造装置の縦断面を概略的に示す図である。

【図２】図１の装置内部を図１のＩ－Ｉ線の方向から見た正面図である。

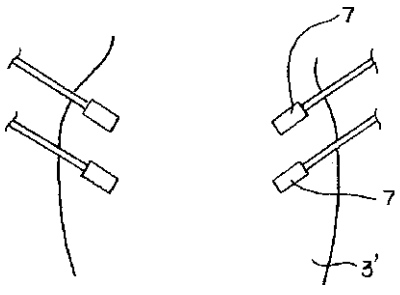
【図３】冷却ローラの配置の態様を説明するための正面図である。

【図４】反りの測定方法を説明するための正面図である。

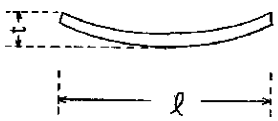
【符号の説明】

1	炉壁
2	成形体
2 a	凹部
3	溶融ガラス
4	溶融ガラス供給管
5	炉室
6	引っ張りローラ
7	冷却ローラ

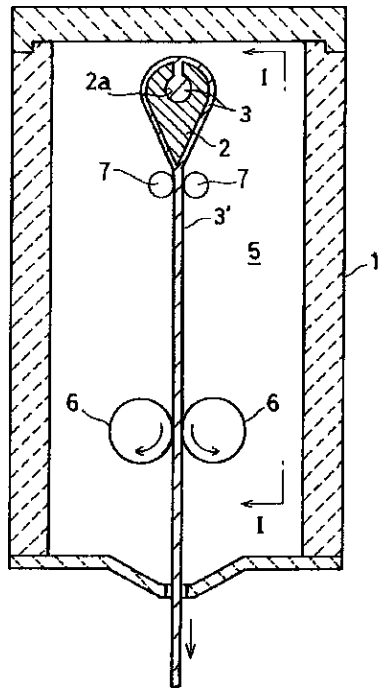
【図３】



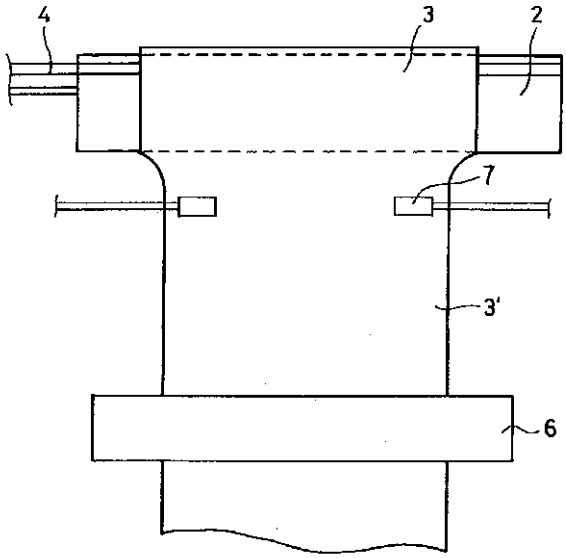
【図４】



【図１】



【図２】



フロントページの続き

(72)発明者　遠藤　栄昭
東京都新宿区中落合２丁目７番５号　ホーヤ株式会社内

(72)発明者　星野　和彦
大阪府大阪市中央区道修町３丁目５番11号　日本板硝子株式会社内

TRANSLATION CERTIFICATION

Date: May 12, 2025

To whom it may concern:

I, Frank McGee, a translator fluent in the Japanese and English languages, on behalf of Morningside, do solemnly and sincerely declare that the following is, to the best of my knowledge and belief, a true and correct translation of the document(s) listed below in a form that best reflects the intention and meaning of the original text.

The document is designated as:

- JP1998291826A

Frank McGee

(19) Japan Patent Office (JP)

(12) Gazette of Unexamined Patent Applications (A)

(11) Publication No. H10-291826

(43) Publication Date November 4, 1998

(51) Int. Cl.[6]		ID Codes	FI		
C03B	17/06		C03B	17/06	
G09F	9/30	310	G09F	9/30	310

Examination Request: Not Yet Received No. of Claims: 7 FD (Total of 6 pages)

(21) Application No. H09-114347

(22) Filing Date April 16, 1997

(71) Applicant 000113263
Hoya Corporation
2-7-5, Naka-Ochiai, Shinjuku-ku, Tokyo
(71) Applicant 000004008
Nippon Sheet Glass Co., Ltd.
3-5-11, Doshomachi, Chuo-ku, Osaka
(72) Inventor
Nobuhiro MAEDA
Hoya Corporation
2-7-5, Naka-Ochiai, Shinjuku-ku, Tokyo
(72) Inventor
Kazuya UCHIDA
Hoya Corporation
2-7-5, Naka-Ochiai, Shinjuku-ku, Tokyo
(74) Agent
Yasuo FUJIMURA, Patent Attorney

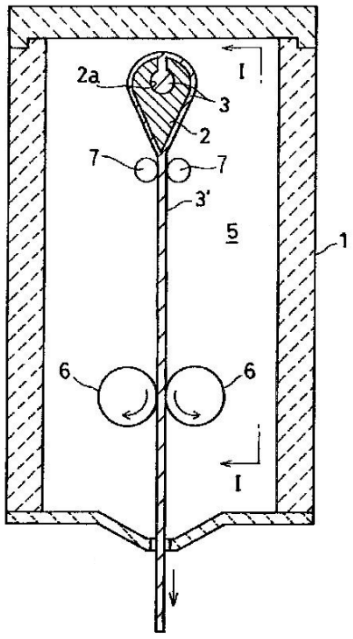
Continued on last page

(54) [Title of the Invention] Glass Sheet Manufacturing Method and Manufacturing Device

(57) [Abstract]

[Problem] To provide a glass sheet manufacturing method and manufacturing device that can reduce widthwise shrinkage of glass sheets after they are removed from the forming body and significantly reduce warping of glass sheets.

[Solution] Provided is a method for manufacturing a glass sheet by allowing molten glass 3 to flow downward and form a sheet using a forming body 2, and then pulling the formed glass sheet 3' downward between pulling rollers 6, wherein cooling rollers 7 are provided below the forming body 2 to hold the two ends of the glass sheet 3', and the peripheral speed of the cooling rollers 7 is lower than the peripheral speed of the pulling rollers 6.



[Claims]

[Claim 1]

A method for manufacturing a glass sheet by allowing molten glass to flow downward and form a sheet shape, the method characterized in that tension is applied in the horizontal and vertical directions to glass formed into a sheet shape.

[Claim 2]

A method for manufacturing a glass sheet by allowing molten glass to flow downward and form a sheet shape using a forming body and pulling the formed glass sheet downward between pulling rollers, the method characterized in that cooling rollers are provided below the forming body to hold both ends of the glass sheet, and the peripheral speed of the cooling rollers is set to be lower than the peripheral speed of the pulling rollers.

[Claim 3]

The method for manufacturing a glass sheet according to claim 2, wherein the peripheral speed of the cooling rollers is set to 30-90% of the peripheral speed of the pulling rollers.

[Claim 4]

The method for manufacturing a glass sheet according to claim 2, wherein the peripheral speed of the cooling rollers is set to 40-80% of the peripheral speed of the pulling rollers.

[Claim 5]

A method for producing a glass substrate for a display, the method characterized in that the glass substrate for a display is manufactured using the method for manufacturing a glass sheet according to claims 1 to 4.

[Claim 6]

A method for producing a glass substrate for an information recording medium, the method characterized in that the glass substrate for an information recording medium is manufactured using the method for manufacturing a glass sheet according to claims 1 to 4.

[Claim 7]

A device for producing a glass sheet, comprising a forming body for forming molten glass into a sheet shape, and pulling rollers arranged downward from the forming body to hold the formed sheet-shaped glass while pulling downward, the device characterized in that cooling rollers are provided below the forming body to hold both ends of the glass sheet, and a means is provided for making the peripheral speed of the cooling rollers lower than the peripheral speed of the pulling rollers.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Technical Field of the Invention] The present invention relates to a manufacturing method and manufacturing device for glass sheets.

[0002]

[Prior Art] Various methods for manufacturing glass sheets are known in the art, but these methods can be broadly classified from the standpoint of the traveling direction of molten glass, into the pulling-up method, methods for manufacturing glass in a horizontal state, and methods for manufacturing glass by allowing glass to flow downward.

[0003]

Among these, the down-draw method is known in the art as a method for manufacturing glass sheets by allowing molten glass to flow downward and pulling the glass sheet vertically downward.

[0004]

In the down-draw method, for example, molten glass is allowed to flow down along the front and rear surfaces of a wedge-shaped forming body, and then the molten glass is brought together at the lower end of the forming body to form a sheet. This sheet is then pulled downward by a pair of pulling rollers while being cooled to produce a glass sheet. In order to keep the glass sheet separated from the forming body from contracting in the width direction (narrowing), a technique has been developed in which rolls are provided below both ends of the forming body to hold the ends of the glass sheet while rotating in the direction in which the glass is moving (JP S62-21034 U, etc.).

[0005]

Glass sheets produced using the down-draw method are thinner than those produced by other methods, and are therefore used as glass substrates for various types of displays and information recording media. Due to the characteristics of this forming method, however, the flatness of the glass sheet may be inferior to that of glass sheets made using the float method.

[0006]

[Problem to Be Solved by the Invention] If the width of the glass sheet shrinks significantly in the width direction after it is removed from the forming body, the usable width of the glass sheet is smaller, which is undesirable.

[0007]

Also, large glass substrates used in various displays such as liquid crystal displays require advanced warping quality (high flatness) with minimal warping, but the method described above does not provide sufficient warping quality.

[0008]

The warping of glass sheets that occurs during forming can be reduced to a certain extent using processes such as annealing, but in order to realize a high level of warping quality with minimal warping, it is necessary to minimize warping as much as possible during forming.

[0009]

In view of these circumstances, it is an object of the present invention to provide a glass sheet manufacturing method and manufacturing device that can reduce widthwise shrinkage of glass sheets after they are removed from the forming body and significantly reduce warping of glass sheets.

[0010]

[Means for Solving the Problem]

[0011]

The invention according to claim 1 is a method for manufacturing a glass sheet by allowing molten glass to flow downward and form a sheet shape, the method characterized in that tension is applied in the horizontal and vertical directions to glass formed into a sheet shape.

[0012]

The invention according to claim 2 is a method for manufacturing a glass sheet by allowing molten glass to flow downward and form a sheet shape using a forming body and pulling the formed glass sheet downward between pulling rollers, the method characterized in that cooling rollers are provided below the forming body to hold both ends of the glass sheet, and the peripheral speed of the cooling rollers is set to be lower than the peripheral speed of the pulling rollers.

[0013]

The invention according to claim 3 is the method for manufacturing a glass sheet according to claim 2, wherein the peripheral speed of the cooling rollers is set to 30-90% of the peripheral speed of the pulling rollers.

[0014]

The invention according to claim 4 is the method for manufacturing a glass sheet according to claim 2, wherein the peripheral speed of the cooling rollers is set to 40-80% of the peripheral speed of the pulling rollers.

[0015]

The invention according to claim 5 is a method for producing a glass substrate for a display, the method characterized in that the glass substrate for a display is manufactured using the method for manufacturing a glass sheet according to claims 1 to 4.

[0016]

The invention according to claim 6 is a method for producing a glass substrate for an information recording medium, the method characterized in that the glass substrate for an information recording medium is manufactured using the method for manufacturing a glass sheet according to claims 1 to 4.

[0017]

The invention according to claim 7 is a device for producing a glass sheet, comprising a forming body for forming molten glass into a sheet shape, and pulling rollers arranged downward from the forming body to hold the formed sheet-shaped glass while pulling downward, the device characterized in that cooling rollers are provided below the forming body to hold both ends of the glass sheet, and a means is provided for making the peripheral speed of the cooling rollers lower than the peripheral speed of the pulling rollers.

[0018]

[Operation] In the present invention, because the peripheral speed of the cooling rollers is lower than that of the pulling rollers, the molten glass stopped by the cooling rollers has a longer contact time with the cooling rollers, resulting in greater cooling of the edges of the glass sheet. This makes it possible to reduce the widthwise shrinkage of glass sheets.

[0019]

Because the edges of the glass sheet are cooled before the center of the glass sheet, tension acts in the width direction of the glass sheet. Because a strong pulling force acts between the cooling rollers and the pulling rollers, tension also acts in the length direction of the glass sheet. Because the glass sheet solidifies while tension is applied in both the width and length directions, warping of the glass sheet can be greatly reduced in both the width and length directions.

[0020]

The present invention will now be described in greater detail.

[0021]

In the glass sheet manufacturing method of the present invention, molten glass is allowed to flow down and form into a sheet shape.

[0022]

The method used to form molten glass into a sheet by allowing it to flow down is not particularly limited, and any method known in the art may be used, including detailed manufacturing conditions.

[0023]

For example, the method used to allow molten glass to flow down, the temperature and viscosity of the molten glass, the use or non-use of a forming body, the shape, structure, material, and temperature of the forming body, and the temperature conditions can be selected as appropriate.

[0024]

Methods that can be used to allow molten glass to flow down include, for example, a method of allowing molten glass to overflow from a slit formed at the top of a forming body, flow down along the surface of the forming body, and flow out from the lower end of the forming body, and a method of allowing molten glass to flow down from a slit provided at the bottom of a glass melting tank.

[0025]

The forming body may be any structure used to control the thickness, width, uniformity, etc. of molten glass flowing in a sheet-like manner, including slits and control plates for controlling thickness, width, etc. The present invention also includes embodiments that do not use a forming body.

[0026]

A method used to form molten glass into sheet shape using a forming body includes, for example, the down-draw method. The down-draw method generally involves allowing molten glass to flow downward, forming it using a forming body, and then pulling it vertically downward to produce a glass sheet. An example of the down-draw method is a method used to manufacture glass sheets by, for example, causing molten glass to flow down along the front and rear surfaces of a wedge-shaped forming body, merging the molten glass at the lower end of the forming body to form a sheet, and then pulling the sheet downward using pulling rollers while cooling it.

[0027]

In the present invention, the material, size, thickness, etc. of the glass are not particularly limited. Examples of glass materials include aluminosilicate glass, soda-aluminosilicate glass, soda-lime glass, lead-alkali glass, and borosilicate glass.

[0028]

In the present invention, the sheet-shaped glass formed as described above is pulled out while being held between pulling rollers. Cooling rollers are provided to hold the ends of the glass sheet below the forming body, and the peripheral speed of these cooling rollers is set to be lower than the peripheral speed of the pulling rollers. By setting the peripheral speed of the cooling rollers to be lower than the peripheral speed of the pulling rollers (glass pulling speed), the molten glass stopped by the cooling rollers has a longer contact time with the cooling rollers, resulting in greater cooling of the edges of the glass sheet. This makes it possible to reduce the widthwise shrinkage of glass sheets. Because the edges of the glass sheet are cooled before the center of the glass sheet, tension acts in the widthwise direction of the glass sheet. Because a pulling force acts between the cooling rollers and the pulling rollers, tension also acts in the lengthwise direction of the glass sheet. Because since the glass sheet solidifies while

tension is applied in both the width and length directions, warping of the glass sheet can be greatly reduced in both the width and length directions.

[0029]

The material, shape, and structure of the cooling rollers and pulling rollers are not particularly limited. The cooling rollers can be made of stainless steel, heat-resistant steel, ceramics, etc. In addition, a refrigerant can be passed through the cooling rollers in gas or liquid form. The cooling rollers may be configured to hold only the ends of normally formed glass sheets, but they may also be configured to hold glass sheets in the same manner as the pulling rollers. Cooling rollers may be provided in pairs, one above and one below, or may be provided at an angle to the glass sheet.

[0030]

The spacing and installation positions of the cooling rollers and pulling rollers can be adjusted as appropriate to take into consideration the actions described above and product quality. For example, the cooling rollers are preferably installed close to the bottom of the forming body to take into consideration the actions described above and the cooling effect.

[0031]

Glass sheets formed into a sheet by allowing molten glass to flow down and be formed are cooled immediately after being removed from the forming body and gradually solidify. Cooling using cooling rollers immediately after the sheet is removed from the forming body can be combined with other cooling methods, such as natural cooling by heat dissipation at any position, cooling by air blowing, and cooling by cooling rollers and coolers. Cooling conditions such as the cooling speed and a gradual cooling schedule can be controlled as appropriate.

[0032]

In particular, in the present invention, it is desirable to control the temperature of the glass between the cooling roller and the pulling roller and the cooling speed, etc., so that the glass is cooled while tension is applied in the length direction of the glass sheet between the cooling rollers and the pulling rollers.

[0033]

In the present invention, the peripheral speed of the cooling rollers is preferably set to be 30 to 90% of the peripheral speed of the pulling rollers. The reason for this is that when the percentage is greater than 90%, the effect described above becomes less significant, and conversely, when the percentage is less than 30%, slippage occurs between the glass sheet and the cooling rollers, making it difficult to maintain a constant glass flow rate, and the cooling rollers also tend to wear out more quickly.

[0034]

From the same standpoint, the peripheral speed of the cooling rollers is more preferably set to be 40 to 80% of the peripheral speed of the pulling rollers.

[0035]

In the present invention, a plurality of pairs of pulling rollers can be used. This reduces the weight of glass on each pulling roller and lowers the clamping pressure, making the glass less likely to break and slip.

[0036]

In the present invention, a glass sheet can be further flattened by sandwiching a glass sheet manufactured using the method described above between flat compression plates, applying pressure while heating, and then slowly cooling.

[0037]

Note that a flat glass substrate manufactured using the method of the present invention described above is usually processed to a specified size and then polished, etc., if necessary, to be used as a glass substrate in various applications.

[0038]

Glass sheets manufactured using the method of the present invention are not particularly limited in terms of their applications, and are suitable for use as glass substrates that require flatness and thinness, such as glass substrates for displays such as liquid crystal displays and plasma displays, and glass substrates for information recording media such as magnetic disks, magneto-optical disks, and optical disks. They are also suitable for use as electro-optical glass substrates and glass substrates for electrical and electronic components.

[0039]

The glass sheet manufacturing device of the present invention will now be described.

[0040]

The present invention is a device for producing a glass sheet, comprising a forming body for forming molten glass into a sheet shape, and pulling rollers arranged downward from the forming body to hold the formed sheet-shaped glass while pulling downward, the device characterized in that cooling rollers are provided below the forming body to hold both ends of the glass sheet, and a means is provided for making the peripheral speed of the cooling rollers lower than the peripheral speed of the pulling rollers. The method of the present invention described above can be easily realized using this device.

[0041]

In the device of the present invention, means for controlling the peripheral speed of the cooling rollers include methods such as providing a drive means for the cooling rollers and a means for controlling the rotational speed. Means for controlling the rotational speed of the pulling roller are not particularly limited. Preferably, the rotational speed is controlled with great precision.

[0042]

No particular restrictions are placed on other portions of the device in the present invention. For example, the melted glass supplying means, the melted glass downflowing means, the temperature control means (heating, cooling means, etc.), the shape, structure, and materials of the rollers, and the shape, structure, and material of the forming body may be selected as appropriate.

[0043]

The present invention enables the easy and inexpensive manufacture of thin glass sheets with a low degree of warping and a high degree of flatness. The amount of polishing required to improve flatness can also be reduced. Even large substrates can be easily and inexpensively produced using thin glass with minimal warping, making this method ideal for manufacturing glass substrates for various types of displays.

[0044]

[Examples] The present invention will now be explained in greater detail using the following examples.

[0045] Example 1

FIG. 1 is a vertical cross-sectional view of a glass sheet manufacturing device using the down-draw method, and FIG. 2 is a front view of the device interior as seen from line I-I line in FIG. 1.

[0046]

In these drawings, 1 is a furnace wall made of fire-resistant bricks, and 2 is a forming body with a cross section that is nearly wedge-shaped. The forming body 2 shown in the drawings is known as a feeding cell and has a recessed portion 2a for holding molten glass 3. However, other types may also be used. The recessed portion 2a of the forming body 2 is connected to a molten glass supply pipe 4 as shown in FIG. 2. Molten glass is supplied from the molten glass supply pipe 4 to the recessed portion 2a, and the molten glass overflows from the slit-shaped opening on the upper side of the recessed portion 2a, flows down along both sides of the forming body 2, and converges at the lower end of the forming body 2. The converged molten glass 3 is immediately cooled in the furnace chamber 5 to form glass sheet 3', which is then pulled downward by a pair of pulling rollers 6 located below the forming body 2. In addition, stainless steel cooling rollers 7 are provided immediately below the forming body 2 to cool both ends of the glass sheet 3'.

[0047]

In the present example, the peripheral speed of the pulling rollers is set to 62 cm/min, and the peripheral speed of the cooling rollers 7 is set to 31 cm/min.

[0048]

The glass sheet obtained using this device had a total width of 520 mm, a thickness of 1.1 mm at the center widthwise, and an effective width of approximately 330 mm, which falls within a thickness range of 1.1 mm ± 0.1 mm. In addition, the warping of the resulting glass sheet is approximately 0.05% in both the vertical and horizontal directions. The warping was calculated as warping = (t/l) × 100%, as shown in FIG. 4.

[0049] Comparative Example 1

For comparative purposes, a glass sheet was manufactured in the same manner as in Example 1 above, except that the peripheral speed of the pulling rollers and the peripheral speed of cooling rollers 7 were both set to 62 cm/min. As a result, the sheet had a total width of 490 mm, a thickness at the center widthwise of 1.1 mm, and an effective width of approximately 250 mm, which falls within a thickness range of 1.1 mm ± 0.1 mm. In addition, the warping of the resulting glass sheet approximately 0.2% in both the vertical and horizontal directions.

[0050] Evaluation

It is clear from Example 1 and Comparative Example 1 that, in the present invention, the glass sheet has a large utilizable width as the widthwise shrinkage of the glass sheet after separation from the forming body is small, and that the warping of the glass sheet can be greatly improved. Thus, the effectiveness of the present example, particularly the effectiveness of the cooling rollers, has been confirmed.

[0051] Example 2

The glass plate obtained in Example 1 was cut to a predetermined size, and the end faces were chamfered to produce a glass substrate for a liquid crystal display. The glass substrate for the liquid crystal display obtained was flat and smooth, so polishing of the substrate surface was not necessary.

[0052]

The present invention was described above with reference to preferred examples, but the present invention is not limited to these examples.

[0053]

For example, the peripheral speed of the cooling rollers and the peripheral speed of the pulling rollers can be adjusted as appropriate depending on the type of glass used and its viscosity.

[0054]

Also, as shown in FIG. 3, a plurality of cooling rollers may be provided in the vertical direction, or may be provided in a diagonal direction with respect to the glass sheet. This allows for further adjustment of horizontal and vertical tension.

[0055]

The present invention is characterized by the application of tension in the horizontal and vertical directions to glass formed into the form of a sheet, and the means for doing so are not limited to cooling rollers.

[0056]

[Effects of the Invention]

As explained above, the present invention can provide a glass sheet manufacturing method and manufacturing device in which the resulting glass sheets have a large utilizable width as the widthwise shrinkage of the glass sheets after separation from the forming body is small, and the warping of the glass sheets can be greatly improved.

[0057]

The present invention enables the easy and inexpensive manufacture of a thin glass sheet with a low degree of warping and a high degree of flatness. In addition, warping can be reduced. Furthermore, even when polishing is necessary to improve flatness, the amount of grinding can be reduced.

[0058]

In addition, even large substrates can be easily and inexpensively produced using thin glass with minimal warping, making this method superior for manufacturing various types of display glass substrates. Even large substrates can be easily and inexpensively produced using thin glass with minimal warping, making this method ideal for manufacturing glass substrates for various types of displays.

[Brief Description of the Drawings]

[FIG. 1] FIG. 1 is a vertical cross-sectional view of a glass sheet manufacturing device using the down-draw method.

[FIG. 2] FIG. 2 is a front view of the device interior as seen from line I-I line in FIG. 1.

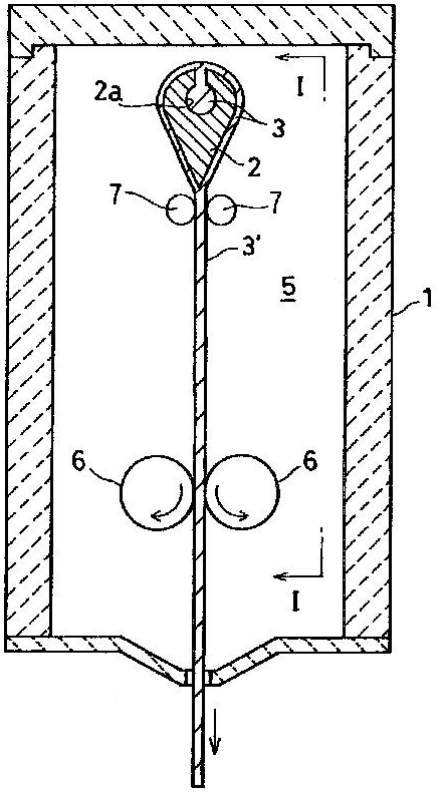
[FIG. 3] FIG. 3 is a front view used to explain the configuration of the cooling rollers.

[FIG. 4] FIG. 4 is a front view used to explain how warping is measured.

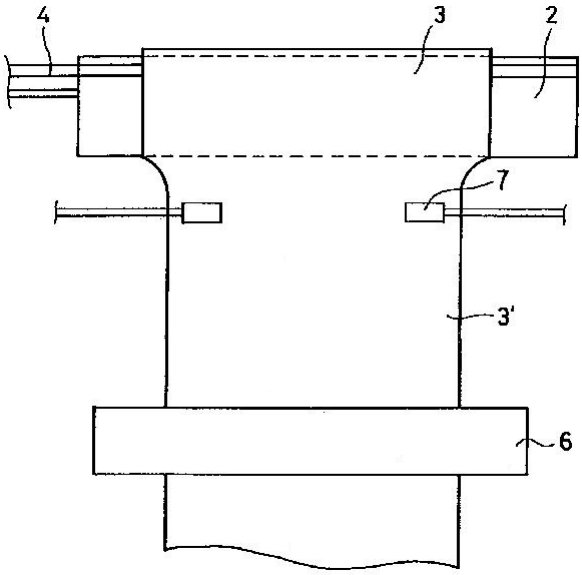
[Reference Numbers]

1: Furnace wall
2: Forming body
2a: Recessed portion
3: Molten glass
4: Molten glass supply pipe
5: Furnace chamber
6: Pulling rollers
7: Cooling rollers

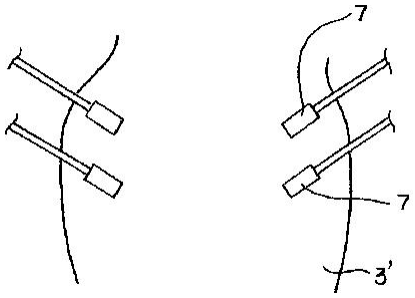
[FIG. 1]



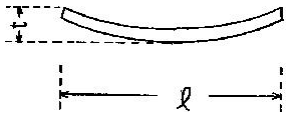
[FIG. 2]



[FIG. 3]



[FIG. 4]



Continued from front page

(72) Inventor
Shigeaki ENDO
Hoya Corporation
2-7-5, Naka-Ochiai, Shinjuku-ku, Tokyo

(72) Inventor
Kazuhiko HOSHINO
Nippon Sheet Glass Co., Ltd.
3-5-11, Doshomachi, Chuo-ku, Osaka