(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
2006 年6 月22 日 (22.06.2006)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2006/064674 A1

(51) 国際特許分類:
C03B 17/06 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2005/022167

(22) 国際出願日: 2005 年12 月2 日 (02.12.2005)

(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 2004-364019
2004 年12 月16 日 (16.12.2004) JP
特願 2004-365165
2004 年12 月17 日 (17.12.2004) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 独立行政法人産業技術総合研究所 (NATIONAL INSTITUTE OF ADVANCED INDUSTRIAL SCIENCE AND TECHNOLOGY) [JP/JP]; 〒1008921 東京都千代田区霞が関一丁目３番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 小島 弦 (KOJIMA, Gen) [JP/JP]; 〒3058565 茨城県つくば市東１－１－１ 中央第５ 独立行政法人産業技術総合研究所内 Ibaraki (JP).

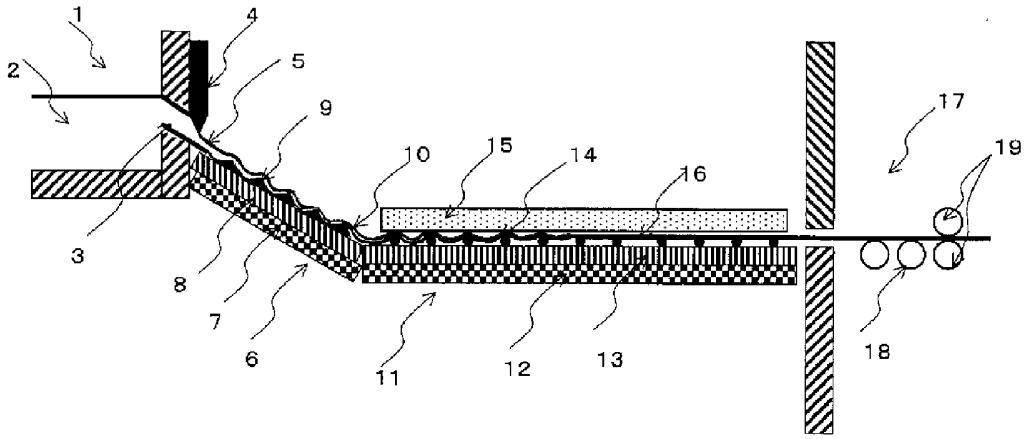
(74) 代理人: 小越 勇 (OGOSHI, Isamu); 〒1050002 東京都港区愛宕一丁目２番２号 虎ノ門９森ビル３階 小越国際特許事務所 Tokyo (JP).

(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, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LC, LK,

[続葉有]

(54) Title: PROCESS FOR PRODUCING PLATE GLASS

(54) 発明の名称: 板ガラスの製法



(57) Abstract: A process for producing a plate glass, characterized in that in the method of continuously forming of glass into a plate, continuously traveling glass before solidification on at least its underside is supported by a gas emitted from a support member and with any gravitational effect on the glass controlled, partial displacement and deformation while shifting the position thereof are repeatedly exerted on the glass so as to achieve propagation over the entirety of the glass and expansion thereof. Thus, there is provided a technology that attains resolution or improvement as to the drawbacks, restraints, etc. of the prior art, being simple and easy, and that markedly alleviates the problems of energy, resources and environment, and that produces a high-quality plate glass with flawless surface. Furthermore, there is provided a new technology that through clarification of important technical aspects and factors in principle and fundamentally lacking in the method making use of vapor films, produces a high-quality plate glass excelling in not only microscopic smoothness but also macroscopic thickness uniformity and planarity, etc. throughout plate glass forming processes utilizing an increased variety of gases.

(57) 要約: ガラスを連続的に板状に成形する方法において、連続的に移動する固化前のガラスの少なくとも下面を支持部材から発生する気体で支持するとともに、ガラスにかかる重力の作用を制御してガラスに部分的な変位と変形を、その位置を

[続葉有]

WO 2006/064674 A1

LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(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, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書
— 補正書・説明書

２文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

変えながら繰り返し与え、ガラス全体に伝播させて展伸させることを特徴とする板ガラスの製法。従来技術の欠点や制約等を解決乃至改良し、簡便でエネルギー、資源及び環境問題を大幅に軽減でき、表面の欠点のない高品質の板状ガラスを与える技術を提供すると共に、蒸気膜を利用する方法における原理的かつ根本的に欠落している重要な技術的観点と要素を明らかにし、より広範な気体を利用する板ガラスの成形方法にわたる、ミクロな平滑性と共にマクロな厚み均一性や平坦度等に優れる高品質の板ガラスを製造する新たな技術を提供する。

明 細 書

板ガラスの製法

技術分野

[0001] 本発明は、表面欠陥や不純物が少なく、ナノレベルの表面平滑性を備えた高品質の板状ガラスの製法に関するものである。

背景技術

[0002] 建築用や車両用の板状ガラスは先進国では殆ど錫浴上に溶融状態のガラスを流出して、徐々に平板状に成形する錫フロート法によって生産されている。

ディスプレー用等の表面に錫等の不純物の混入が許容されない、高品質・高平坦性が求められる薄板を製造する場合には、白金の樋の両側から溶融ガラスをオーバーフローさせて白金のガイドにそって流下させた後、両側からのガラスを合わせて一枚にするいわゆるフュージョン法が用いられることも多い。

[0003] また、網入りガラス等の場合には間にステンレス等の網をサンドイッチするために金属ロールにより圧力をかけながらラミネート成形して製造される。

錫フロート法による板ガラスの製造に際しては、成形は高温の錫浴内で行うので、錫の酸化を防ぐために密閉空間内で水素等の還元性雰囲気下に保つ必要があり、水素等のコストや安全対策が問題となる。

また、錫との接触によるガラス中への錫の侵入や錫浴空間に侵入する酸素と錫との反応による酸化錫等に起因する製品の表面欠陥が、高品質を求められるディスプレー用途で特に問題となる。さらに、錫等を高温に保つために、特に小規模生産では大きなエネルギーコストが掛かり、炭酸ガス排出等の環境問題への影響も無視できない。

[0004] また、錫フロート法の場合には、高温のガラスが熱伝導性の高い金属錫と直接接触するために、ガラスと金属錫との間の熱流束が大きく、ガラスは錫の温度の影響を直接大きく受けるので、錫の温度制御が非常に重要な技術課題となる。

また、そのような接触伝熱下の成形ではガラスの局部的な過剰変形部分は錫からの熱の供給により周囲と等温に保たれるので、一層異常変形が進行する恐れが大き

い。これを避けるために、ガラスの粘性流動を利用して平準・均一化を図り、きめ細かい温度調整を図りながら準平衡的にゆっくり成形を行う必要がある。

[0005] また、熔融状態にあるガラスを特殊な樋から樋の両側にオーバーフローさせ、これを白金製のガイドの両面に添って流下させ、ガイドの最下端で合流させて一枚のガラスリボンとした後にダウンドロー成形を施す、所謂フュージョン法がある。この方法は板状ガラス製品の表面は製造過程で空気にしか触れないので、上記のような表面欠点の心配がないため、特にディスプレー用途等のハイエンド商品として高い評価を得ている。

[0006] しかし、ガラスを垂直下方に引き落とす方法で成形するために、他のダウンドローと同様、白金ガイドの先端部分のガラスに最大荷重が掛かり、それを軽減するためのガラスの温度制御が繁雑になり、また肉厚製品の生産には向かない。また、製品の幅や厚み等の品種変更のたびに白金製の樋を変える必要があり、いわゆるジョブチェンジに手間取り、高価な白金製のリップのコストも無視できない。

さらに、金属ロールによる圧延成形では、金属ロールとの接触の跡が皺や凹凸状に残ることが避け難く、製品の品質はそのまま平坦な板ガラスとしての用途には堪えない。

[0007] 最近、上記のごとき既存の製法とは異なる方法で、水等の媒体を多孔質の支持体に含浸させ、その上に溶融ガラスを流出して板状のガラスを連続的に製造する方法が開発されており、この方法によれば上記のごとき既存の方法の欠点を、改良若しくは解消する可能性が示唆されている(特許文献1参照)。

また、その中には十分な速さで成形と冷却が行われることが必要でありまた好ましく、一般的にはガラスが成形を受ける最大温度領域1300° Cから700° Cの間を毎分100° C以上、好ましくは200° C以上の速度で冷却し、この間にガラス面と並行の張力を掛けて必要な厚みに成形することが均一な成形を実現するために好ましいということが提案されている(特許文献2参照)。

また、上記提案ではガラスの延伸成形にガラスリボンの流れる長軸方向と同時にそれと直交する短軸方向にも張力を掛けることが望まれており、幾つかの方法が提案されている(特許文献3参照)。

しかしながら、上記提案に係る方法には原理的かつ根本的に欠落している重要な技術的観点と要素があるために、製品全体にわたるマクロな平坦度や厚みの均一性等の点で実用に供するレベルに至らないという重大な問題を残している。

[0008] さらに、板ガラスの成形にとっては、熔融窯から成形ゾーンへの熔融ガラスの供給も重要な工程であって、トゥイール等によって流量調節を施された熔融ガラスはスパウトリップ等を経て各種の成形工程へ供給される。この際、生産歩留まりや製品品質の向上のために、スパウトリップ部分の構造(特許文献4参照)や材質(特許文献5、特許文献6、特許文献7参照)等に関する工夫・提案も行われている。

しかしながら、上記提案は専らスズ浴法の前工程としての部分的改良に留まり、フュージョン法並びに水蒸気薄膜法の欠点や問題点をも含む抜本的解決法として期待することはできない。

特許文献1:特開平9－295819号公報

特許文献2:特開2002－47017号公報

特許文献3:特開2001－247320号公報

特許文献4:特開平7－33456号公報

特許文献5:特開2003－146675号公報

特許文献6:特開平6－345467号公報

特許文献7:特開2003－300739号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0009] 本発明は、上記の錫浴法やフュージョン法に代表されるダウンドロー法並びに金属ロール圧延法等の従来公知技術の欠点や制約等を解決乃至改良し、簡便でエネルギー、資源及び環境問題を大幅に軽減でき、表面の欠点のない高品質の板状ガラスを与える技術を提供すると共に、蒸気膜を利用する方法における原理的かつ根本的に欠落している重要な技術的観点と要素を明らかにし、より広範な気体を利用する板ガラスの成形方法にわたる、ナノメートルオーダーの平滑性と共にマクロな厚み均一性や平坦度等に優れる高品質の板ガラスを製造する新たな技術を提供することを課題としている。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明者は、上記問題と課題の認識に基づき、種々検討を重ねた結果、製品全体にわたるマクロな平坦度や厚みの均一性等の点でも実用に充分なレベルの高品質の板ガラスを得るためには、連続的に移動する固化前のガラスの少なくとも下面を支持部材から発生する気体で支持し、特に成形に供するに適した粘度を有する高温のガラスの両面を気体環境に置き、片側の気体でガラスを支持すると共に、ガラスにかかる重力の作用を制御して部分的なガラスの変位と変形を、その位置を変えながら繰り返し与え、ガラス全体に伝播させて展伸させることが重要であるとの知見を得た。

ここで言う変位とは、ガラスが持ち上げられたり、持ち下げられたり、あるいは流れたりして、位置が変わることを意味する。

このようにガラスにかかる重力の作用を制御するということは、動的重力制御と言い換えることもできる。さらに、この動的重力制御と引張応力とを利用して成形することが、課題解決にとって非常に重要なことを見出した。

[0011] この動的重力制御は、成形に供する高温のガラスの全面に亘って部分的な重力によるガラスの変位と変形を与え、該重力の大きさと場所等を経時的に変えて制御するものである。すなわち、成形に供されるガラスに局所的にかかる重力の大きさを一定の秩序の下に刻々変化させること、言い換えればガラスにかかる重力を動的に制御しつつ、局部的かつ経時的に変化する変位と変形を与えることが重要であるとの知見によるものである。

この動的重力制御によって、成形時に供するガラス全体に亘る均一な拡張(展伸)をもたらすことが可能となり、厚みの均一性及び平坦度の向上を実現することができる。

動的重力制御は、特に幅広の板ガラスを成形しようとする場合に、ガラスが充分高温にあって、その粘性流体としての特性がいわゆるニュートン流体に近い状態において重要であって、これの実現によって始めて成形に供する高温・低粘度のガラスリボンの周辺からの引張応力の伝達不足を補い、ガラスに一様な展伸が掛けられようになる。

[0012] また、この動的重力制御に加えて、成形に供するガラスの粘度・剛性が充分高くガ

ラスが変形を生じない温度領域まで、ガラスに連続的に引張応力を掛け続けて延伸成形することが高度の均一性や平滑・平坦度の実現に必要かつ重要である。ここで言う連続的とは、明らかな時間的、場所的な間断や断絶を生じないことを意味するものである。例えばガラスに対して5ミリメートル程度の一定の間隔で治具に埋め込まれたピンによる部分的な引張応力の印加であっても、本製造工程において常時それが行われている限り、連続的と見做すものである。

[0013] このような動的重力制御を実現する方法としては、ガラスを支持する支持板上に間隔を開けて配置した複数の気体を発生する複数の部材(以下「動的重力制御部材」と称す。)を設けることにより、効果的に達成できる。すなわち、ガラスの支持部材を支持板と動的重力制御部材から構成する方法が有効である。

この場合、気体を介在させて単にガラスを浮上あるいは支持するという意味ではなく、気体を発生する動的重力制御部材によって、ガラスに局部的に重力による変位と変形を与えることが重要である。したがって、動的重力制御部材の寸法・形状、設置位置等は、製造するガラスの材料の種類、形状、用途等に応じて、ガラスに局部的に重力による最適な変位と変形が生ずるように設計することが必要となる。したがって、これは後述する図面に示すように適宜変えられるものであり、固定された寸法・形状でないことは理解されるべきである。

特に、この動的重力制御部材はガラスの進行方向に対して直角又は一定の角度をもって設置することが良く、該気体を発生する動的重力制御部材によってガラスに局部的に重力による好適な変位と変形を与えることが可能となる。さらに、動的重力制御部材の支持板からの高さを可変調整する構造とすることも有効である。これによって、ガラスにかかる重力の大きさ、変位や変形を任意に調節することが可能となる。

[0014] 動的重力制御部材の高さは支持板の基準面に対して一般に1mm以上50mm以下の一定の高さを有することが望ましい。さらに、好適な範囲はガラスの厚みや支持部材の水平面に対する角度等の各種の要因・条件によって最適化が図られるが、この範囲に満たない高さでは重力の効果が期待し難く、逆にこの範囲を超える場合には、重力の影響が過度に働くと共に凸部頂上付近の気体発生に支障をきたす恐れがある。

[0015] また、動的重力制御部材を一定間隔で設け、ガラスリボンの流れ方向に対して中央部から対称若しくは非対称に一定の角度を付けておくことも可能であり、有用である。

かかる畝状の動的重力制御部材をガラスよりも大きな速度でガラスの流れ方向に走らせることにより、重力の働く場所が逐次移動し、ガラスの展伸及び均一化を達成することができる。場合によりガラスの動きに対して、動的重力制御部材を逆行させることも可能であり、有用である。

動的重力制御部材は支持板と接合せずに独立の運動をしても差し支えなく、あるいは支持板と接合若しくは一体化して連動しても差し支えなく、成形に供するガラスの種類、製造する製品形状、成形の条件等に応じて適宜選択することが可能であり、望ましい。前記のように、動的重力制御部材の支持板からの高さを可変調整する構造とすることも有効である。

このように、支持部材は移動するガラスに対してそれ自体は静止させるか又はガラスと異なる速度で同方向に移動させるか若しくは異なる方向に移動させることができる。

[0016] 通常成形に適したガラスの粘度は10^7ポイズ以下であり、ガラスが変形可能な剛性はおよそ50GPA以下である。これらの粘度あるいは剛性のレベルにある温度領域でガラスの移動方向及びそれに直行する方向に連続的に引張り応力をかけることも、平坦性、厚みの均一性を高める上で、極めて有効である。

特に、この際、ガラスの流れ方向とそれに直交する方向に引っ張り応力を連続的に掛け続けることが重要であって、引っ張り応力が位置的並びに時間的にも連続して働くことが必要である。

[0017] これが満たされない場合には、引っ張り応力の不連続・不均一な影響によって製品に厚みむらや皺の発生を招く恐れがある。さらにまた、ガラスの粘度や剛性が高くなり、通常成形に適した範囲を超えた後も曲げ変形や収縮変形の可能性は残るので、この領域でのガラスリボン全体に掛けられる引張応力の果たす役割は重要である。

そのためには引張応力を掛ける位置と共にガラスの粘性や剛性に適した治具の設計、使用、並びにその応力や作動条件等も重要である。

これらの治具を適宜ガラスリボンの流れの上流から下流にかけて、ガラスの粘度と

剛性に合わせて配置することが望ましい。

[0018] さらに、ガラスリボンの流れに直交する方向の引っ張り応力を掛ける際に、ガラスが常に下流方向へ移動しているので、このような要因に配慮した治具の大きさ、形状や応力を掛ける方向等の最適化を測る設計も望まれる。またさらに、ガラスリボンの流れ方向とそれに直行する方向に掛ける応力成分比は著しく異ならないことが望ましい。

[0019] また、本発明は、熔融ガラスをガラスの流れ方向下向きに傾斜させた支持部材上に流下させる工程をも対象として含む。連続的に移動する低粘度のガラスの少なくとも下面を支持板から発生する気体で支持するに際し、間隔を開けて気体を発生する一定の寸法・形状の複数の動的重力制御部材を該支持板上に配置し、ガラスにかかる重力の作用を制御して部分的な変位と変形を、その位置を変えながら繰り返し与え、ガラス全体に伝播させて展伸させて、ガラスの温度分布や肉厚分布を極小化することができる。

このような工程を経て、成形ゾーンに当該ガラスを移動することによって、高品質の板ガラスを形成することが可能となる。

[0020] かかる工程としては、所謂スパウトリップの他、熔融状態にあるガラス素地を成形ゾーン等一定の場所や方向に移動したり導いたりするリップ、ガイド等の板ガラス成形に必要な前工程を示す。

このような工程では、リップの幅方向の両端に気体発生基材からなる堰を設けることも、一定の幅の中にガラスリボンを保持したり、ガラスの流れを一定方向に誘導するために有用である。

[0021] このような動的重力制御を可能とする気体支持による前工程の構造設計によって、成形ゾーンに供給されるガラスリボンの肉厚や温度の均一性が実現され、高品質の板ガラスの実現に繋がる。

またさらに、熔融ガラスが流れる傾斜角度も動的重力制御との関連において重要な働きをするので、熔融ガラスに加わる重力の作用と気体の圧力や流れ等の要因が適正に働くような設計に当たっての配慮が必要である。

また、リップ等前工程への熔融ガラスの供給口の形は断面が円形、楕円形、矩形等いずれでもよく、また熔融ガラスの入っている坩堝や窯の下部から押し出される様式

でも上部や側面からオーバーフローする様式でも適用可能である。

[0022] 上記のごとき、ガラスの成形は成形に供されるガラスが周囲を気体環境に置かれていることが要件であって、用いられる気体はガラスに対して成形条件下で実質的に損傷や負の影響を与えない気体であれば使用可能であるが、通常は空気又は水蒸気が入手や操作の利便性や安全性の点から推奨される。

水を水蒸気発生の原料として用いる場合には、水は支持板や動的重力制御部材表面から高温のガラスの熱によって蒸発するので、水に含まれる微量の無機物や無機イオンが表面近傍に蓄積・沈着することを避け、あるいは軽減するために、水の純度は高いほうが望ましく、特に上記の無機物や無機イオンの含量は出来るだけ低いほうが望ましい。

[0023] いずれの気体も、連続多孔構造あるいは繊維構造等からなり内部に必要充分なミクロ空隙を有し、かつ気体あるいは気体を発生する液体の通過や吸蔵によって膨潤等の寸法変化をもたらし難い材料をその発生支持部材として用いることが望ましい。

かかる観点から金属、セラミックス、カーボン、耐熱性の樹脂等が好適に用いられる。

さらに、ガラスを支持する気体の圧力が過度あるいは局部的に大き過ぎないように、気体の排出を円滑に行なわせしめる溝や孔の存在は重要かつ不可欠であって、支持板や動的重力制御部材に適切な大きさと分布でかかる溝や孔を設けることが重要である。

[0024] また、このような技術を用いてガラスを成形する際に、気体に支持されるガラスリボンは水平であっても良く、また垂直でない限り水平から一定の角度を有している傾斜状態でも差し支えない。また、気体を発生する支持部材の動きはガラスリボンと同方向でも差し支えなく、逆方向でもかまわない。またガラスリボンが充分な速度で移動する状態で成形される場合には支持部材は移動しない、固定床であっても差し支えない。要するにガラスリボンの移動速度との間に相対的に充分な違いがあれば差し支えない。

発明の効果

[0025] 以上に示す本発明によって、表面に欠点や汚点のない、ナノレベルの表面平滑性

を示す平滑度と製品全体の平坦度に優れ、実質的に錫等を含まない高品質の板ガラスの安価かつ簡便な生産が可能となる。特に公知の蒸気膜法では達成が困難であった製品板ガラスの全幅に亘る肉厚分布の極小化が図れ、波打ち、反り等の欠点が解消され、ディスプレー用途向け等の所謂ハイエンド製品が多様な寸法や材質に亘って汎用的に生産可能となる。

[0026] また、成形の前工程からの一貫した処理によって、前工程に由来する欠点ならびにガラスの流れの不均一や壁面近傍におけるガラスの流れの滞りや温度の不均一を解消できるので、高品質板ガラスを生産性良く製造できる。

本プロセスが空気や水蒸気等の気体をガラスの処理および支持媒体として用いることから推量されるように、既存のプロセスと比べて、錫や水素等の貴重な資源を用いる必要がない。

また、基本的に溶融状態にあるガラスの熱量以外の外部からの熱エネルギーの供給が不要で、開放系で簡便かつ小規模の装置で設備投資も節減でき、炭酸ガスやその他の排気ガスの実質的にない、クリーンな操作・環境で実施可能であるという効果を有する。そして、品種の切り替え等の簡便かつ迅速で素地の無駄の少ない、少量多品種から大量生産までの対応の幅の広いプロセスとなり得るものであって、本発明は格段に省エネルギー、省資源等の達成される、持続的発展に不可欠の板ガラス製造プロセスを提供するものでもある。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]動的重力制御による気体支持部材を用いる板ガラスの成形断面図である。

[図2]動的重力制御による気体支持部材を用いる前工程正面図である。

[図3]動的重力制御による気体支持部材を用いる成形平面部分図である。

[図4]動的重力制御による気体支持部材を用いる成形俯瞰部分図である。

発明を実施するための最良の形態

[0028] 以下、通常の建築用途等に用いられる組成のソーダライムシリケートガラスを典型的な例として実施の形態を示す。

シリカ(70重量%)、酸化アルミニウム(2重量%)、酸化ナトリウム(13重量%)、酸化カルシウム(10重量%)、酸化マグネシウム(4重量%)及びその他の酸化鉄等の少量

成分から成るソーダライムシリケートガラスを、泡や組成の不均一性が実質的に問題にならない程度にまで充分な温度と時間を掛けて熔融し、図1に示すように板ガラスに成形する。

[0029] 熔融炉1で熔融されたガラス2は吐出口3から1100～1300° Cの温度範囲の一定温度で、トゥイール4で流量調節され一定流量でガラスメルト5としてリップ6に供給される。

リップ6は気体成分供給部7、そこから気体成分を供給される多孔質基材からなる支持板8及び複数の動的重力制御部材9から構成されている。ガラスメルト5は動的重力部材9によって幅方向への拡張と薄肉化を施され、次第に均一な厚みの平坦なガラスリボンを形成する。

リップはガラスの流れ方向下方に15° ～30° 程度の傾斜を有しており、上記温度やガラスの流量等に応じて設定される。また、動的重力制御部材の形状、大きさ、設置位置等もこれらの要因と連動して設計・装着される。

[0030] リップに供給された熔融ガラス素地はリップから発生する気体上に浮上支持されているので、リップ面に一切付着することなく流下し、また、リップ下端から成形ゾーンに供給されるガラスリボン10の温度と肉厚は両端の僅かな部分を除いて実質的に均一の状態となる。

次いで、ガラスリボン10は1000～1100℃の温度範囲の一定温度で成形ゾーンの気体発生支持部材11上に移動し、平滑・平坦な板ガラスに成形される。気体発生支持部材11は気体成分供給部12と、そこから気体成分を供給される気体発生支持板13と、複数の動的重力制御部材14から構成される。

[0031] ガラスリボン10はリップにおけるのと同様に動的重力部材14の働きによって、均一な幅方向への拡張が行われる。同時にガラスリボンは下流のピンチロール19及び引張応力印加治具15によってガラスリボンの流れ方向及びそれに直行する方向に引張張力を掛けられ、薄肉化が進むとともにガラスの冷却に伴い、平坦なガラス板16へと成形されて行く。

成形を終えたガラス板16は次いで徐冷炉17内で歪や反りを生じないように注意してロール18、19等によって搬送され、徐冷を施される。

[0032] 上記の工程に用いられる部材と装置の拡大図が図2、図3及び図4である。図2はリップにおけるガラスメルトの流れとそれに伴う拡幅の様子を正面から見た図であるが、ガラスメルト供給口3から供給されたガラスメルト5は動的重力制御部材9によって重力の働きを制御され、変位と変形を繰り返し、ガラスの展伸が行なわれる。

すなわち、動的重力制御部材9の直前では一種の浅い堀が形成される状態になるので、粘度の低いガラスはこの浅い堀で重力の働きによって幅方向への変位を起こし、動的制御部材の頂部を超える時にも一定厚みに近づくように重力と表面張力が働くので、ここを通過する間に、ガラスは横への広がりや厚みの平準化を生じ、これを繰り返すことにより、肉厚分布の小さな幅広の熔融ガラスリボンが形成される。

[0033] しかも、この一連の過程は常に気体によるガラスの支持状態の下に行なわれ、主としてガラスは輻射放熱による温度低下が起きるだけなので、温度分布は生じ難い。

ガラスの横への広がりや厚みの平準化の程度は、ガラスの粘度と滞留時間等の関係に左右されるので、リップの勾配や動的重力制御部材の形状・寸法、設置の角度・間隔・数等の設計によって、好適な肉厚、厚みの極小化、温度分布等を達成できる。必要に応じて温度低下を制御するための保温を、輻射放熱状態を乱さないように行なうことも可能である。

[0034] また、リップの幅方向両側にはガラスを一定幅内に納めるための同じく気体発生部材からなる壁22が設けられているが、これにガラスが接触しても、同様に輻射放熱支配の状態が変わることは無く、従来の白金製のリップの場合のように両側のガラスの流れが滞ったり、接触伝熱による温度低下をきたすことはない。

さらに気体排出用の溝20と孔21が適宜施してあり、気体はそれらを通して支持部材の背後に抜けるように設計されている。

[0035] 図3はリップから供給されるガラスリボンを均一な肉厚の平坦な板ガラスに成形する部分の平面図であり、図4は動的重力部材の設置状態を示している。

ガラスリボン10は支持板13に設置された動的重力制御部材14による重力の働きによって変位と変形を繰り返し起こすと同時にガラスリボンの移動と共に動的重力制御部材14によって幅方向にその重力の影響を伝播され、幅方向へのガラスの展伸が行なわれる。同時にガラスリボンには表面にピン等を施した引張応力印加治具15

と下流の搬送ロール等によるガラスの流れ方向に直行する方向と平行する方向とに引っ張り応力が掛けられ、ガラスリボンの薄肉化と平坦化が行なわれる。

さらに、次第にガラスの粘度と剛性が高まるに連れ、ガラスは動的重力制御部材の頂部のみに支持される状態となり、熱歪の発生し難い状態になり、張力とのバランスによって平坦化が促進される。

[0036] 図4に示すように、気体発生支持部材には、気体排出用の溝23と孔24が適宜設けられており、支持版13と動的重力制御部材14から噴出する気体の圧力が過度にならないように設計されている。

本実施形態における気体成分は空気でもよく、ガラスの熱によって容易にガス化する水のようなものでもよい。

空気の場合にはガラスを浮上させるに必要かつ充分な空気の量と圧力の制御が重要であって、そのような工夫を施した気体成分供給部、支持版および動的重力制御部材を用いる。気体が水蒸気の場合には水をガラスの熱によって水蒸気として送り出すに充分な機能を備えた親水性多孔質カーボンやセラミックス等の部材を用いる。

[0037] 以上において説明した実施形態は、種々の実施形態中の僅かな事例に過ぎず、本発明の対象範囲を限定するものではない。この他に、移動式のリップや一旦樋上の熔融ガラス溜に溜めた後にリップ等に流出する方法、気体発生支持部材をガラスと異なる速さで同方向に移動させる場合、気体発生支持板のみ移動させる場合、動的重力制御部材を支持部材の中央から左右交互に少しずらした中心を持たせた位置に装着する場合、気体発生支持部材や動的重力制御部材をガラスリボンと逆送する場合、気体発生支持部材と動的重力制御部材を独立に動かす場合等、種々の形態が可能であり、また有用である。

[0038] また、本技術を他の板ガラスの製法と組み合わせて用いることも可能であり、また有用な場合がある。例えば本技術によって一定厚みまで成形した板状のガラスにさらに延伸応力を付加してリドローを施して薄板化を図ることも本発明の範囲である。

さらに、適応ガラスの組成範囲はソーダライムシリケートガラスに限らず、ボロシリケートガラス、ディスプレー用のいわゆる無アルカリガラス、耐酸性や耐脆性を向上させたガラス、各種の色ガラス、部分的に結晶化をさせたガラス等各種のガラス組成に適

用可能である。その場合にはその組成に応じたガラスの物理的性質に応じて、動的重力制御や引張応力の印加等の条件や成形の温度、程度、速さ等を本技術の基本的な要件の範囲内で選択設定できる。

産業上の利用可能性

[0039] 本発明は、上記に示すように、表面に欠点や汚点のない、ナノレベルの表面平滑性を示す平滑度と製品全体の平坦度に優れ、実質的に錫等を含まない高品質の板ガラスの安価かつ簡便な生産が可能となり、また、設備的並びに工程管理上の煩雑さも解消され、ディスプレー用途等に適した高品質の板状ガラスの供給を安価・容易にする効果を有するので、情報関連等の先端的な産業への効果の非常に大きなことが期待される。

併せて、錫や水素等の貴重な資源を用いることなく、溶融ガラスの熱量以外の熱エネルギーの供給が不要で、簡便かつ小規模の装置で設備投資も節減でき、炭酸ガスやその他の排気ガスが実質的にない、クリーンな操作・環境で実施でき、さらに品種の切り替え等を簡便かつ迅速に行うことができ、少量多品種から大量生産まで、幅の広いプロセスを提供することができる。

請求の範囲

[1] ガラスを連続的に板状に成形する方法において、連続的に移動する固化前のガラスの少なくとも下面を支持部材から発生する気体で支持するとともに、ガラスにかかる重力の作用を制御してガラスに部分的な変位と変形を、その位置を変えながら繰り返し与え、ガラス全体に伝播させて展伸させることを特徴とする板ガラスの製法。

[2] 支持部材が、複数の気体を発生する支持板と該支持板上に間隔を開けて配置した気体を発生する複数の部材からなり、該部材はガラスの進行方向に対して直角又は一定の角度をもって設置されており、該気体を発生する部材によってガラスに局部的に重力による変位と変形を与えることを特徴とする請求項1に記載の板ガラスの製法。

[3] 気体を発生する部材の支持板からの高さを可変調整することを特徴とする請求項2記載の板ガラスの製法。

[4] 移動するガラスに対して支持部材を静止させるか又はガラスと異なる速度で同方向に移動させるか若しくは異なる方向に移動させることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の板ガラスの製法。

[5] ガラスの粘度が10^7ポイズ以下又はヤング率が50GPa以下を示す温度領域でガラスの移動方向及びそれに直行する方向に引張り応力をかけることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の板ガラスの製法。

[6] 熔融ガラスをガラスの流れ方向下向きに傾斜させた支持部材上に流下させる工程を含むことを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の板ガラスの製法。

[7] 支持部材に、該支持部材から噴出する気体を系外に排出させるための溝及び/又は孔を有することを特徴とする請求項1～6記載の板ガラスの連続的製法。

[8] 支持部材が水を含浸する多孔構造又は繊維構造の材料からなることを特徴とする請求項1～7記載の板ガラスの製法。

補正書の請求の範囲

［２００６年４月４日（０４．０４．０６）国際事務局受理：出願当初の請求の範囲１－３は補正された；新しい請求の範囲９－１８が加えられた；他の請求の範囲は変更なし。］

[1] （補正後）ガラス転移点以上の温度にあるガラスを連続的に板状に成形する方法において、連続的に移動するガラスの下面を支持部材から発生する気体で支持しながら、支持部材から発生する気体でガラスの一部を隆起させ、ガラスにかかる重力の作用を利用しながらガラスの中央部から両端部にかけてガラスに変位と変形を、その位置を変えながら繰り返し与え、これを移動するガラス全体に伝播させて展伸させることを特徴とする板ガラスの製法。

[2] （補正後）支持部材が、複数の気体を発生する支持板と該支持板上に間隔を開けて配置した気体を発生する複数のガラスを隆起させる部材からなり、該隆起用の部材はガラスの進行方向に対して直角又は一定の角度をもって設置されており、該気体を発生する隆起用の部材によってガラスに局部的に重力による変位と変形を与えることを特徴とする請求項１に記載の板ガラスの製法。

[3] （補正後）気体を発生する隆起用の部材の支持板からの高さを可変調整することを特徴とする請求項２記載の板ガラスの製法。

[4] 移動するガラスに対して支持部材を静止させるか又はガラスと異なる速度で同方向に移動させるか若しくは異なる方向に移動させることを特徴とする請求項１～３のいずれかに記載の板ガラスの製法。

[5] ガラスの粘度が10^7ポイズ以下又はヤング率が 50GPa 以下を示す温度領域でガラスの移動方向及びそれに直行する方向に引張り応力をかけることを特徴とする請求項１～４のいずれかに記載の板ガラスの製法。

[6] 熔融ガラスをガラスの流れ方向下向きに傾斜させた支持部材上に流下させる工程を含むことを特徴とする請求項１～５のいずれかに記載の板ガラスの製法。

[7] 支持部材に、該支持部材から噴出する気体を系外に排出させるための溝及び/又は孔を有することを特徴とする請求項１～６記載の板ガラスの連続的製法。

[8] 支持部材が水を含浸する多孔構造又は繊維構造の材料からなることを特徴とする請求項１～７記載の板ガラスの製法。

[9] （追加）気体を発生する隆起用の部材は、その上部断面が鋭角部を持たない凸状の部材であることを特徴とする請求項１～８のいずれかに記載の板ガラスの製法。

[10] （追加）ガラス転移点以上の温度にあるガラスを連続的に板状に成形する装置において、連続的に移動するガラスの全面下方に気体発生用支持部材を設け、該支持部材から発生する気体でガラスを支持しながら支持部材から発生する気体でガラスの一部を隆起させるとともに、ガラスにかかる重力の作用を利用しながらガラスの中央部から両端部にかけてガラスに変位と変形を、その位置を変えながら繰り返し与え、これを移動するガラス全体に伝播させて展伸させることを特徴とする板ガラスの製造装置。

[11] （追加）支持部材が、複数の気体を発生する支持板と該支持板上に間隔を開けて配置した気体を発生する複数のガラスを隆起させる部材からなり、該隆起用の部材はガラスの進行方向に対して直角又は一定の角度をもって設置されており、該気体を発生する部材によってガラスに局部的に重力による変位と変形を与えることを特徴とする請求項１０記載の板ガラスの製造装置。

[12] （追加）気体を発生する隆起用の部材の支持板からの高さを可変調整する装置を備えていることを特徴とする請求項１１記載の板ガラスの製造装置。

[13] （追加）移動するガラスに対して支持部材を静止させるか又はガラスと異なる速度で同方向に移動させるか若しくは異なる方向に移動させる装置を備えていることを特徴とする請求項１０～１２のいずれかに記載の板ガラスの製造装置。

[14] （追加）ガラスの粘度が10^7ポイズ以下又はヤング率が50GPa以下を示す温度領域でガラスの移動方向及びそれに直行する方向に引張り応力をかける装置を備えていることを特徴とする請求項１０～１３のいずれかに記載の板ガラスの製造装置。

[15] （追加）熔融ガラスをガラスの流れ方向下向きに傾斜させた支持部材上に流下させる装置を備えていることを特徴とする請求項１０～１４のいずれかに記載の板ガラスの製造装置。

[16] （追加）支持部材に、該支持部材から噴出する気体を系外に排出させるための溝及び/又は孔を有することを特徴とする請求項１０～１５のいずれかに記載の板ガラスの製造装置。

[17] （追加）支持部材が水を含浸する多孔構造又は繊維構造の材料からなることを特徴とする請求項１０～１６のいずれかに記載の板ガラスの製造装置。

[18] （追加）気体を発生する隆起用の部材は、その上部断面が鋭角部を持たない凸状の部材であることを特徴とする請求項１０～１７のいずれかに記載の板ガラスの製造装置。

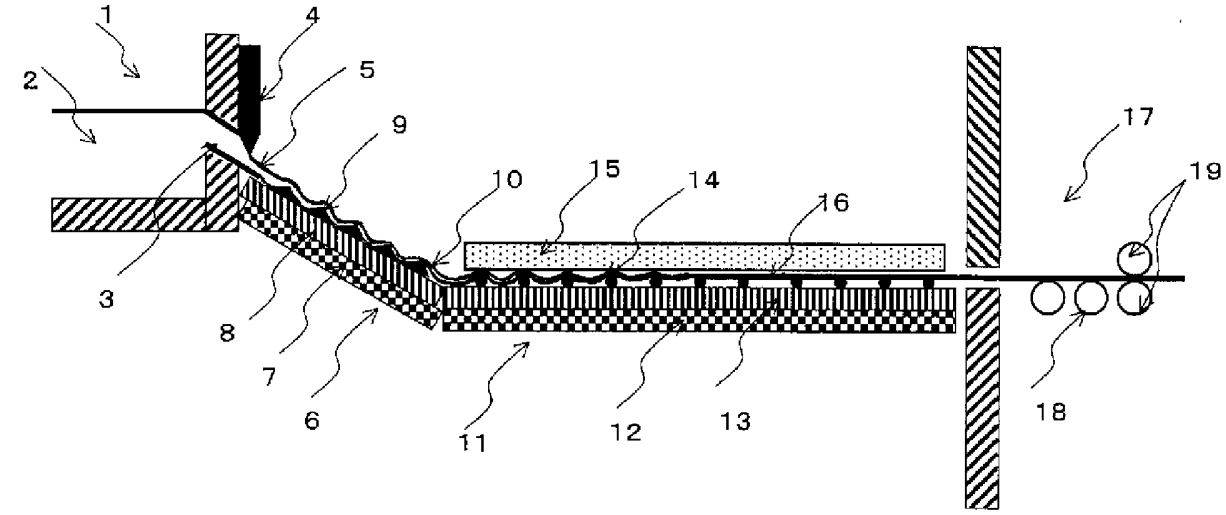
条約１９条に基づく説明書

請求の範囲の第１項、第２項、第３項を補正し、第９項及び第１０項～第１８項を追加した。この補正によって、Ｘカテゴリーに該当せず、特許性を有する発明の内容、すなわち「支持部材から発生する気体でガラスの一部を隆起させ、ガラスにかかる重力の作用を利用しながらガラスの中央部から両端部にかけてガラスに変位と変形を、その位置を変えながら繰り返し与え、これを移動するガラス全体に伝播させて展伸させること」を構成要件とするものであり、引用文献との差異を明確にした。追加した第１０項～第１８項は装置の発明であり、補正後の第１項～第９項「方法の発明」に対応するものである。

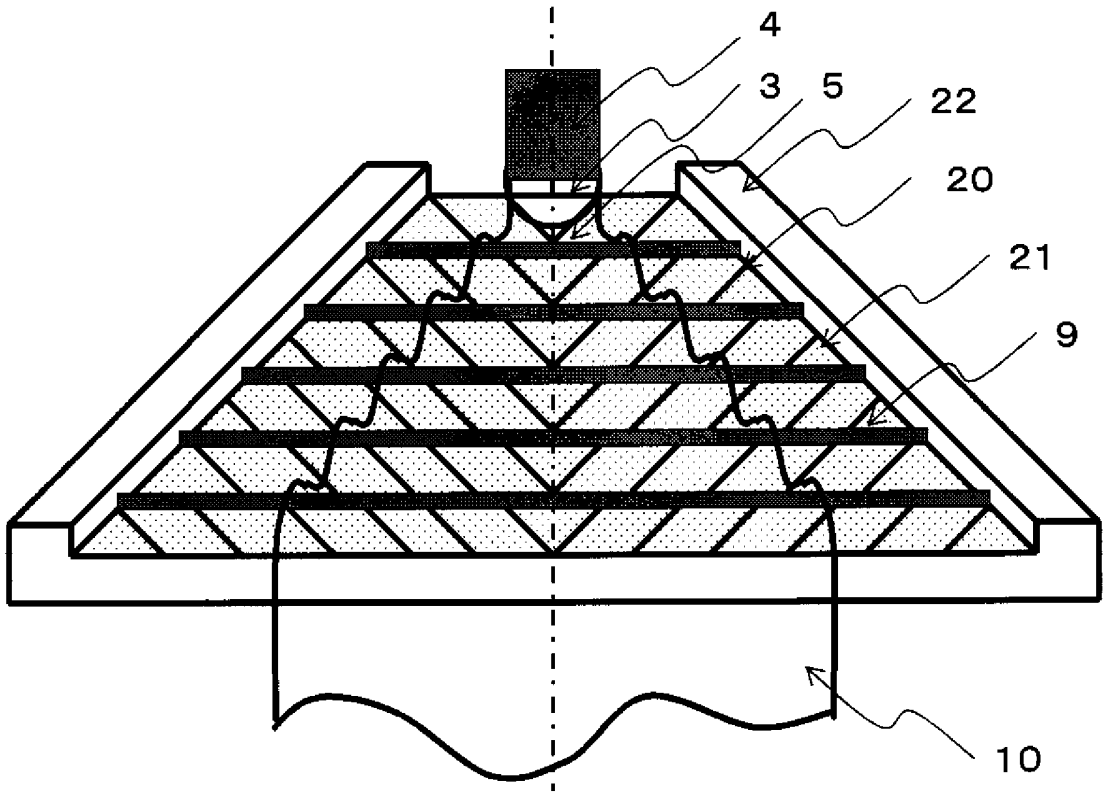
Ｘ文献１（特開２００１－４７０１８）は、移動するガラスの幅方向端部のみを扱き加工するものであり、しかも端部が波打ち形状となり、扱き効果は平坦な面を与えず、また高温・低粘度のガラスの中央部への力学的効果の伝達は期待できない。

これに対し、本願発明は、ガラス全体に重力の作用を利用して変位と変形を、位置を替えながら繰り返し与え、展伸させるものなので、端部のみの扱きによる変形加工とは、その作用・効果は全く異なり、Ｘ文献のような欠点は生じず、全面に亘る平坦性と肉厚の均一性が達成される。文献２（ＪＰ２００１－１８０９５０）、文献３（ＪＰ２００４－２６５３５）、文献４（ＪＰ２００２－４７０１７）はＡ文献であり、本願発明とは直接関係するものではないので、説明を省略する。

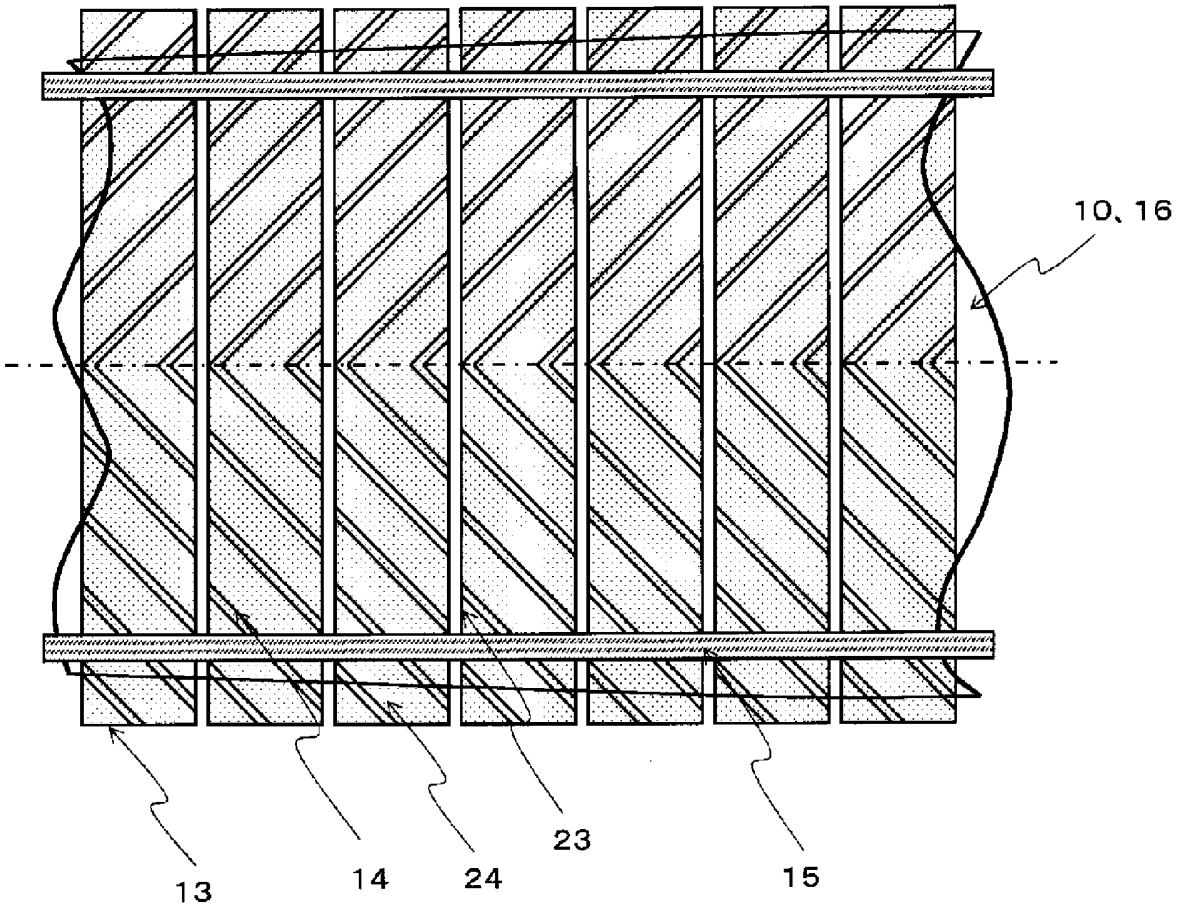
[図1]



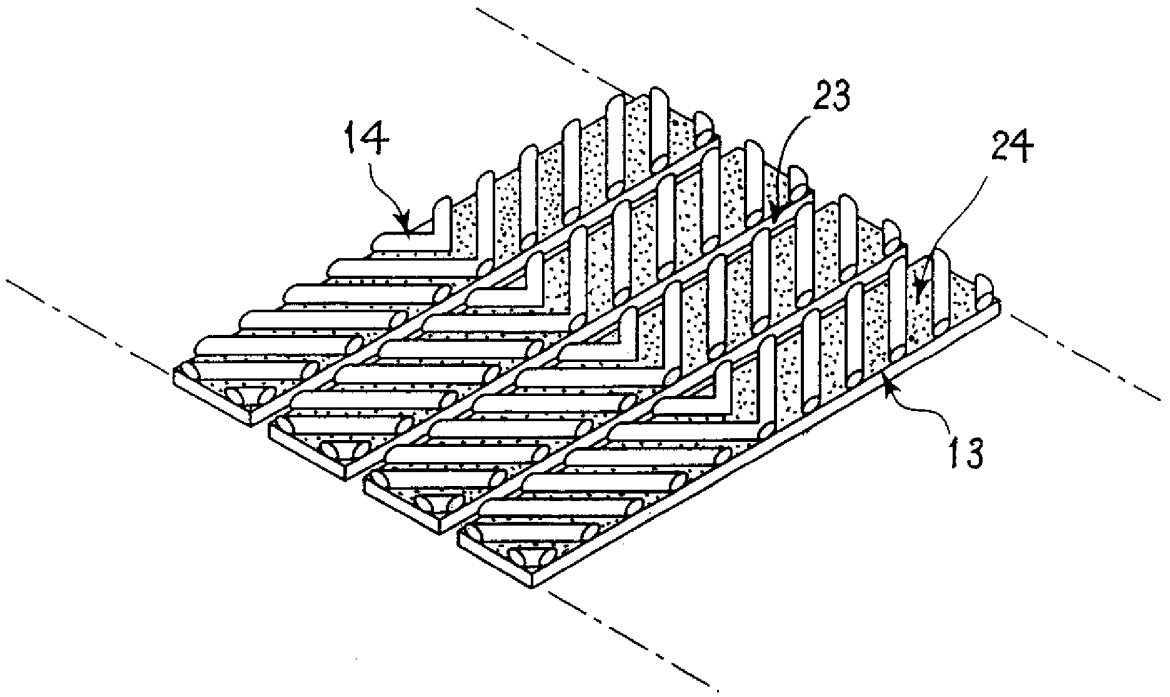
[図2]



[図3]



[図4]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2005/022167

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
C03B17/06(2006.01)

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)
C03B17/06(2006.01)

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 1996-2006
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2006 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2006

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.
X	JP 2002-47018 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 12 February, 2002 (12.02.02), Claims; Par. Nos. [0012], [0015], [0016], [0025]; Figs. 1 to 5 (Family: none)	1-8
A	JP 2001-180950 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 03 July, 2001 (03.07.01), Claims; Par. No. [0017] (Family: none)	7
A	JP 2004-26535 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 29 January, 2004 (29.01.04), Full text & US 2005/019061 A1 & EP 1516859 A1 & WO 2004/000739 A1	1-8

☒ 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	Date of mailing of the international search report
09 February, 2006 (09.02.06)	28 February, 2006 (28.02.06)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2005/022167

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2002-47017 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 12 February, 2002 (12.02.02), Full text (Family: none)	1-8

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２００５／０２２１６７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　*C03B17/06(2006.01)*

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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　*C03B17/06(2006.01)*

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	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２００６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００６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	関連する請求の範囲の番号
X	JP 2002-47018 A (旭硝子株式会社) 2002.02.12, 特許請求の範囲、[0012]、[0015]、[0016]、[0025]、図1-5 (ファミリーなし)	1-8
A	JP 2001-180950 A (旭硝子株式会社) 2001.07.03, 特許請求の範囲、[0017] (ファミリーなし)	7
A	JP 2004-26535 A (旭硝子株式会社) 2004.01.29, 全文参照 & US 2005/019061 A1 & EP 1516859 A1 & WO 2004/000739 A1	1-8

☑ 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	国際調査報告の発送日
０９．０２．２００６	２８．０２．２００６

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
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）　４Ｔ　９８３０
増山　淳子
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４６５

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	関連する請求の範囲の番号
A	JP 2002-47017 A（旭硝子株式会社）2002.02.12, 全文参照　（ファミリーなし）	1-8

ＪＰ０５／０２２１６７

補正書の請求の範囲

［２００６年４月４日（０４．０４．０６）国際事務局受理：出願当初の請求の範囲１－３は補正された；新しい請求の範囲９－１８が加えられた；他の請求の範囲は変更なし。］

Statement

条約１９条に基づく説明書