

(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
2014 年 4 月 10 日(10.04.2014)



(10) 国際公開番号
WO 2014/054468 A1

- (51) 国際特許分類:
C03C 27/12 (2006.01) C03C 3/087 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/075761
- (22) 国際出願日: 2013 年 9 月 24 日(24.09.2013)
- (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 2012-220711 2012 年 10 月 2 日(02.10.2012) JP
- (71) 出願人: 旭硝子株式会社 (ASAHI GLASS COMPANY, LIMITED) [JP/JP]; 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目 5 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 土屋 雅弘 (TSUCHIYA, Masahiro); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目 5 番 1 号 旭硝子株式会社内 Tokyo (JP). 加藤 保真 (KATO, Yasumasa); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目 5 番 1 号 旭硝子株式会社内 Tokyo (JP). 北島 豊 (KITAJIMA, Yutaka); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目 5 番 1 号 旭硝子株式会社内 Tokyo (JP). 笠嶋 雅士 (KASAJIMA, Masashi); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目 5 番 1 号 旭硝子株式会社内 Tokyo (JP). 赤田 修一

(AKADA, Shuichi); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目 5 番 1 号 旭硝子株式会社内 Tokyo (JP). 山川 宏 (YAMAKAWA, Hiroshi); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目 5 番 1 号 旭硝子株式会社内 Tokyo (JP). 田中 淳二 (TANAKA, Junji); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目 5 番 1 号 旭硝子株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 伊東 忠重, 外 (ITO, Tadashige et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目 1 番 1 号 丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 16 階 Tokyo (JP).

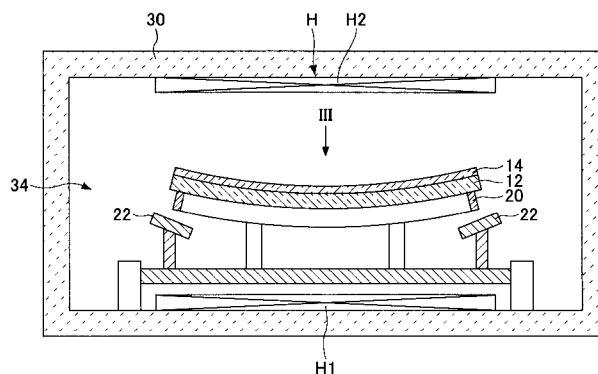
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG,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

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING LAMINATED GLASS

(54) 発明の名称: 合わせガラスの製造方法

[図2]



(57) Abstract: [Solution] Provided is a method for producing a laminated glass, the method having the following steps: a molding step for heating a plurality of glass sheets to near the softening point and bending the sheets into a desired shape; a lamination step for laminating the bent plurality of glass sheets with an intermediate film interposed therebetween; and a compression-bonding step for compression-bonding the laminated glass sheets and the intermediate film to form a laminated glass. At least two glass sheets out of the plurality of glass sheets constituting the laminated glass are of different sheet thicknesses, and the thicker glass sheet of the two glass sheets of different sheet thicknesses has a lower viscosity than the thinner glass sheet of the two glass sheets at an arbitrary temperature between the annealing point and softening point of the thicker glass sheet of the two glass sheets. The molding step comprises a temperature distribution formation step for forming an uneven temperature distribution in a main surface of each of the glass sheets.

(57) 要約:

[続葉有]



WO 2014/054468 A1



(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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR),

OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

【解決手段】複数枚のガラス板を軟化点近傍まで加熱して所望の形状に曲げ成形する成形工程と、曲げ成形された複数枚の前記ガラス板を中間膜を介して積層する積層工程と、積層した前記ガラス板と前記中間膜を圧着して合わせガラスを形成する圧着工程とを有し、前記合わせガラスを構成する複数枚のガラス板のうちの少なくとも2枚のガラス板の板厚が異なり、前記板厚が異なる2枚のガラス板は、2枚のガラス板のうち厚いガラス板の徐冷点と軟化点との間の任意の温度において、厚いガラス板が2枚のガラス板のうち薄いガラス板よりも低い粘度を有し、前記成形工程は、各ガラス板の主表面に不均一な温度分布を形成する温度分布形成工程を含む、合わせガラスの製造方法。

明 細 書

発明の名称： 合わせガラスの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、合わせガラスの製造方法に関する。

背景技術

[0002] 自動車用窓ガラスとして、所望の形状に曲げ成形された2枚のガラス板と、該2枚のガラス板の間に設けられる中間膜とを有する合わせガラスが広く普及している。2枚のガラス板は、同じ板厚を有することが一般的である。中間膜は、ポリビニルブチラール（PVB）などの樹脂で構成され、割れたガラスが飛び散るのを防止する。

[0003] ガラス板を所望の形状に曲げ成形する成形方法として、ガラス板を下方から支持するリング状の下型（リング型）を加熱炉に通すことで、ガラス板を加熱して軟化させ、重力によってリング型に沿った形状に曲げる重力成形方法が一般的である。重力によって予備成形したガラス板を、リング型とプレス型（上型）との間に挟んで押圧して本成形するプレス方法が用いられることもある。

[0004] これらの成形方法において、2枚のガラス板を重ねてリング型上に載せ、同時に曲げ成形することが一般的である。この場合、2枚のガラス板の間には、セラミックス粉末を含む離型剤が予め配される。

[0005] 近年では、自動車の軽量化を目的として、合わせガラスを薄板化することが検討されている（例えば、特許文献1参照）。特許文献1では、小石などの飛来物が外部から自動車に衝突することなどを考慮して、車外側のガラス板を、車内側のガラス板よりも厚くすることが提案されている。

[0006] 自動車用窓ガラスは、車両取り付け時における車外側に向けて凸の曲面状に形成されるので、車外側のガラス板を、車内側のガラス板よりも厚くする場合、リング型上に、厚いガラス板、薄いガラス板をこの順で重ねて載せ、加熱して軟化させることで、下方に向けて凸の形状に曲げる。

先行技術文献

特許文献

[0007] 特許文献1：日本特開2003-55007号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] しかしながら、2枚のガラス板の板厚が異なる場合、2枚のガラス板の曲げ性が異なるので、2枚のガラス板を同じように曲げることが困難であり、様々な問題が生じる。

[0009] 例えば、リング型上に、厚いガラス板、薄いガラス板をこの順で重ねて載せる場合、薄いガラス板は、厚いガラス板よりも変形しやすいため下方に垂れやすく、厚いガラス板と異なる形状に成形され、下記の(1)～(2)などの問題が生じる。

(1) ガラス板と中間膜が十分圧着されず、圧着不良になる。

(2) 離型剤などの凹凸が薄いガラス板に転写し、曲げ成形後においてもガラス板の歪みとして残り、見栄えが悪くなる。この歪みは、薄いガラス板の長手方向両端部で発生しやすい。図14に示すように、曲げ成形された薄いガラス板114は曲げ成形された厚いガラス板112よりも長手方向両端部で屈曲しやすく（いわゆる船形断面）、薄いガラス板114の屈曲部分に離型剤との接触圧が集中するためである。

[0010] これに対し、板厚が異なる2枚のガラス板を同じように曲げ成形するため、2枚のガラス板を異なる温度に加熱して曲げ成形することが考えられるが、2枚のガラス板を重ねてリング型に載せる場合、2枚のガラス板に温度差をつけること自体が困難である。

[0011] また、板厚が異なる2枚のガラス板を1枚ずつ別のリング型に載せ、別々に曲げ成形する場合生産性において不利が生じる。さらに、ガラス板の板厚に応じて、ガラス板を熱処理する加熱炉内の温度分布やリング型の形状を調整する必要があり、コストダウンが難しいとの問題がある。

[0012] 本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであって、板厚の異なるガラス板を精度良く容易に曲げ成形でき、圧着工程においてガラス板と中間膜を十分圧着できる、合わせガラスの製造方法の提供を主な目的とする。

課題を解決するための手段

[0013] 上記目的を達成するため、本発明の一態様によれば、
複数枚のガラス板を軟化点近傍まで加熱して所望の形状に曲げ成形する成形工程と、
曲げ成形された複数枚の前記ガラス板を中間膜を介して積層する積層工程と、
積層した前記ガラス板と前記中間膜を圧着して合わせガラスを形成する圧着工程とを有し、
前記合わせガラスを構成する複数枚のガラス板のうちの少なくとも2枚のガラス板の板厚が異なり、
前記板厚が異なる2枚のガラス板は、2枚のガラス板のうち厚いガラス板の徐冷点と軟化点との間の任意の温度において、厚いガラス板が2枚のガラス板のうち薄いガラス板よりも低い粘度を有し、
前記成形工程は、各ガラス板の主表面に不均一な温度分布を形成する温度分布形成工程を含む、合わせガラスの製造方法が提供される。

[0014] 本明細書において、合わせガラスを構成する板厚が異なる2枚のガラス板のうち、厚い方のガラス板を厚いガラス板と称し、薄い方のガラス板を薄いガラス板と称する。

発明の効果

[0015] 本発明の一態様によれば、板厚の異なるガラス板を精度良く容易に曲げ成形でき、圧着工程においてガラス板と中間膜を十分圧着できる、合わせガラスの製造方法が提供される。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]本発明の一実施形態による合わせガラスの製造方法の成形工程の説明図であって、加熱炉の縦断面図である。

[図2]図1のII-II断面図である。

[図3]図2の矢印III方向から見た図であって、ガラス板と遮熱部材との位置関係を示す図である。

[図4]本発明の一実施形態による合わせガラスの製造方法の積層工程の説明図である。

[図5]本発明の一実施形態によるガラス積層体の側面図である。

[図6]本発明の一実施形態による合わせガラスの側面図である。

[図7]F u l c h e rの式に基づき計算される、ガラスの粘度と温度との関係を模式的に示すグラフである。

[図8]B B法による粘度測定の説明図である。

[図9] $D_1 = D_2$ を満たす、 x と y との関係を示すグラフである。

[図10] $D_1 = D_2$ を満たす、 x と z との関係を示すグラフである。

[図11]式(6)および式(8)を満たす x と y との関係を示すグラフである。

[図12]式(7)および式(9)を満たす x と z との関係を示すグラフである。

[図13]本発明の変形例による合わせガラスの製造方法の成形工程の説明図であって、加熱炉の横断面図である。

[図14]従来の成形工程におけるガラス板の意図しない変形を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0017] 以下、本発明を実施するための形態について図面を参照して説明する。

[0018] (ガラス板の種類)

本実施形態のガラス板のガラスの種類は、ソーダライムガラスである。ソーダライムガラスは、 SiO_2 、 CaO 、 Na_2O 、および K_2O を主成分として含有するガラスである。尚、本発明のガラス板のガラスの種類は特に限定されず、例えば、無アルカリガラスでもよい。

本実施形態の合わせガラスを構成する薄いガラス板と厚いガラス板は、酸

化物換算の表記で、下記の第1の態様および第2の態様のガラス組成を有することが好ましい。

尚、下記の数値範囲を示す「～」とは、その前後に記載された数値を下限値および上限値として含む意味で使用され、特段の定めがない限り、以下本明細書において「～」は、同様の意味をもって使用される。

(第1の態様)

薄いガラス板は、

Al_2O_3 : 0質量%～3.5質量%、

Na_2O と K_2O の合計 : 12.0質量%～14.5質量%、

を含む組成を有し、

厚いガラス板は、

Al_2O_3 : 0質量%～2.0質量%、

Na_2O と K_2O の合計 : 13.0質量%～15.5質量%

を含む組成を有する。

上記した第1の態様に係るガラス板は、 SiO_2 を65質量%～75質量%、 CaO を7質量%～14質量%を少なくとも含有し、かつ上記した範囲の Al_2O_3 、 Na_2O 、および K_2O を含有してよい。

(第2の態様)

薄いガラス板は、

SiO_2 : 68.0質量%～75.0質量%、

Al_2O_3 : 0質量%～3.5質量%、

CaO : 7.0質量%～13.0質量%、

MgO : 0質量%～7.0質量%、

Na_2O : 12.0質量%～15.0質量%、

K_2O : 0質量%～3.0質量%、

Na_2O と K_2O の合計 : 12.0質量%～14.5質量%、

を含む組成を有し、

厚いガラス板は、

SiO_2	: 68.0質量%～75.0質量%、
Al_2O_3	: 0質量%～2.0質量%、
CaO	: 7.0質量%～13.0質量%、
MgO	: 0質量%～7.0質量%、
Na_2O	: 12.0質量%～15.0質量%、
K_2O	: 0質量%～3.0質量%、
Na_2O と K_2O の合計: 13.0質量%～15.5質量%	

を含む組成を有する。

Al_2O_3 は、耐候性を確保する成分であり、好ましくは1.7質量%以上、より好ましくは1.8質量%以上である。また、3.5質量%を超えると、粘性が高くなり、溶融が困難になるおそれがある。この観点で、より好ましくは3.3質量%以下、特に好ましくは2.0質量%以下、ある。

Na_2O は、溶融性を向上する成分であり、12.0質量%より少ないと、溶融性が低下するおそれがある。より好ましくは12.8質量%以上、特に好ましくは13.0質量%以上である。また、15.0質量%を超えると、耐候性が低下するおそれがある。より好ましくは14.8質量%以下、特に好ましくは13.8質量%以下である。

K_2O は、溶融性を向上する成分であり、好ましくは0.5質量%以上、より好ましくは0.9質量%以上である。また、3.0質量%を超えると、耐候性が低下するおそれがあり、またガラス板のコストも高くなる。より好ましくは1.8質量%以下、特に好ましくは1.6質量%以下である。

ガラス板の組成は、蛍光X線分析法で測定できる。

[0019] (合わせガラスの製造方法)

図1は、本発明の一実施形態による合わせガラスの製造方法の成形工程の説明図であって、加熱炉の縦断面図である。図1では、図2に示す加熱装置及び遮熱部材の図示を省略してある。図2は、図1のII-II断面図である。図3は、図2の矢印III方向から見た図であって、ガラス板と遮熱部材との位置関係を示す図である。図4は本発明の一実施形態による合わせガラスの製

造方法の積層工程の説明図である。図5は、本発明の一実施形態によるガラス積層体の側面図である。図6は、本発明の一実施形態による合わせガラスの側面図である。

[0020] 合わせガラスの製造方法は、成形工程と、積層工程と、圧着工程とを有し、合わせガラスを構成する複数枚のガラス板のうちの少なくとも2枚のガラス板の板厚が異なる。複数枚のガラス板のそれぞれの板厚やガラス組成、複数枚のガラス板の板厚比は、成形工程などの各工程の前後において、ほとんど変化しない。

[0021] 成形工程は、複数枚の板厚の異なるガラス板を、軟化点の高い方のガラス板、すなわち薄いガラス板の軟化点付近まで加熱して、設計図やCADデータなどによって予め定められた所望の形状に曲げ成形する工程である。成形工程では、例えば、ガラス板をリング型上に載置して加熱炉に通し、加熱して軟化させ、重力によって所望の形状に曲げ成形する重力成形法が用いられる。重力によって予備成形したガラス板を、リング型とプレス型（上型）との間に挟んで加圧して本成形するプレス成形法が用いられてもよい。

[0022] これらとは別に、加熱炉内に設けられる複数のロール上を水平に搬送されながら所望の温度に加熱されたガラス板を、リング型で持ち上げて、曲げ型（上型）に近づけ、曲げ型に沿った形状に成形する方法が用いられても良い。

[0023] 成形工程では、例えば、図1に示すように、離型剤を介して重ねた複数枚のガラス板2、4を、リング型20に載せ、同時に曲げ成形することが一般的である。リング型20上に載置された複数枚のガラス板2、4は、上下方向に並んでおり、隣り合うガラス板の間には、離型剤が配される。

[0024] 離型剤は、隣り合うガラス板を離間して、成形後に容易に分離できるようにする。離型剤としては、例えばガラス板と反応したり、高温で熔融したりすることのないセラミックス粉末などが好適に用いられる。

[0025] 重力成形法におけるリング型20上に載置される複数枚のガラス板2、4は、板厚が異なる2枚のガラス板を含み、板厚が厚いガラス板ほど下方に配

置されてよい。リング型 20 上に載置されるガラス板の枚数が 3 枚以上であって、板厚が同じガラス板が存在する場合、板厚が同じガラス板は、隣り合わせに配置される。

[0026] 一方で、リング型 20 上に載置される複数枚のガラス板 2、4 は、板厚が薄いガラス板ほど下方に配置されてもよい。この場合、曲げ成形されたガラス板 12、14 の上下位置を入れ換えて積層することで、ガラス板 14 のリング型 20 との接触痕の凹凸が外部に露出するのを防止できる。また、複数枚のガラス板 2、4 の成形性に若干の差異が生じる、または意図的に成形性の差異を残した場合であっても、ガラス板の 2、4 の上下位置を任意に変えることにより、複数枚のガラス板の曲がり易さから最適な成形手順を選択することができる。

[0027] 成形工程では、複数枚のガラス板 2、4 を 1 枚ずつ別のリング型 20 に載せ、別々に曲げ成形することも可能であり、この場合、離型剤は不要である。この場合、従来は、ガラス板の板厚に合わせて、加熱炉 30 内の温度分布を変えたり、異なるリング型 20 を使用したりする必要があるが、本実施形態においては、不要である。詳しくは後述するが、板厚の厚い板と板厚の薄い板の成形温度域における曲げ性が略同じためである。

[0028] リング型 20 は、リング状に形成され、複数枚（例えば 2 枚）のガラス板 2、4 を下方から支持する支持型である。リング型 20 は、加熱炉 30 の内部をレールに沿って所望方向に案内される。加熱炉 30 の内部は、ガラス板を予熱する予熱ゾーン 32、ガラス板を曲げ成形する成形ゾーン 34、ガラス板を徐冷する徐冷ゾーン 36 などの複数のゾーンに区画されている。区画された各ゾーンは、リング型 20 の大きさ程度でさらに細かく区切られてもよく、各ゾーンには、各ゾーンの温度を制御するため、加熱装置 H（図 2 参照）などが設けられている。加熱装置 H は、複数の加熱源（例えばヒータ）H1、H2 などで構成され、リング型 20 に載せられたガラス板 2、4（12、14）を上下両側から加熱してよい。加熱装置 H は、ガラス板 2、4（12、14）を上下両側から加熱するだけでなく、側方から加熱してもよい。

。

[0029] リング型20は、予熱ゾーン32、成形ゾーン34、徐冷ゾーン36をこの順で通過する。成形ゾーン34の温度は、ガラス板の曲げ成形に適した温度（通常、550℃～650℃）に設定されており、成形ゾーン34において、ガラス板がリング型20に沿った形状に曲げられる。このとき、リング型20は、加熱炉30の各ゾーンを連続的に移動しながら加熱されてもよく、ゾーン毎に停止して断続的に移動しながら加熱されてもよい。

[0030] リング型20は、枠状に形成されており、ガラス板の周縁部を支持している。リング型20は、一体物でもよいが、周方向で分割された物でもよく、後者の場合、リング型を構成する複数の分割体を、所望の形状を得るため必要に応じて、相対的に移動または回転させてよい。また、部分的に曲率の違うリング型を並行に重複させ、ガラス板の曲げの程度に合わせて支持するリングを入れ替えてもよい。

[0031] このようにして、成形工程では、複数枚の平板状のガラス板2、4を曲げ成形して、所望の形状の複数枚のガラス板12、14を得る。得られた複数枚のガラス板12、14は、十分に冷却された後、必要に応じて（例えば、離型剤を除去するため）、洗浄され、積層工程に供される。

[0032] 積層工程は、図4に示すように、曲げ成形された複数枚のガラス板12、14を、中間膜40を介在させて積層する工程である。この工程によって、図5に示すように、ガラス積層体（未圧着体）50が得られる。ガラス積層体50は、板厚が異なる2枚のガラス板12、14を含んでいる。本明細書において、ガラス積層体とは、複数枚のガラス板を、中間膜を介して積層した状態であって、まだ圧着工程前の未圧着積層体を称し、圧着工程を経て得られた合わせガラスとは区別する。

[0033] 中間膜40は、ポリビニルブチラール（PVB）などの樹脂で構成され、隣り合うガラス板12、14の間に設けられる。中間膜40は、後述の合わせガラス60が割れたときに、割れたガラスが飛び散るのを防止する。

[0034] 積層工程では、曲げ成形された複数枚のガラス板の中から、形状の合う複

数枚（例えば２枚）のガラス板１２、１４を選定して積層してもよい。例えば、１つのリング型２０上で同時に曲げ成形された複数枚のガラス板１２、１４を、それぞれ、異なるペアのガラス板と圧着して、合わせガラスの作製に用いてもよい。

[0035] 積層工程では、ガラス板１２、１４と中間膜４０との間からの脱気をしやすくし、ガラス板と中間膜の圧着不良の発生を防止するため、積層する２枚のガラス板１２、１４を、曲率半径が大きいガラス板１２の凹曲面と、曲率半径が小さいガラス板１４の凸曲面とが向かい合うように積層することが望ましい。ここで、「凸曲面」とは、ガラス板の凸の曲面をいい、「凹曲面」とは、ガラス板の凹んだ曲面をいう。２枚のガラス板１２、１４の曲率半径の差は、僅かである。

[0036] 積層工程では、複数枚の板厚の異なるガラス板１２、１４を、板厚が厚いガラス板ほど、ガラス積層体５０の凸曲面寄りに配置されるように上下に並べて積層する。これによって、合わせガラス６０を自動車用窓ガラスとして車体に取り付けたとき、厚いガラス板ほど車外寄りに配置されるので、飛び石など車外からの衝撃に対する耐久性を向上できる。

[0037] 圧着工程は、積層したガラス板１２、１４と中間膜４０とを圧着して、図６に示すように、合わせガラス６０を形成する工程である。合わせガラス６０は、積層工程で得られたガラス積層体５０をオートクレーブ内に入れ、加熱・圧着することで得られ、所望の湾曲形状を備える。

[0038] 合わせガラスの製造方法は、上記成形工程や積層工程、圧着工程の他、ガラス板の表面に機能材層８（図１参照）を形成する形成工程をさらに有してよい。機能材としては、特に限定されないが、例えば、金属材などの導電材、耐熱顔料などの加飾材が挙げられ、複数の機能材層８を同時に備えてもよい。

[0039] 前記形成工程では、機能材の他に、バインダーや溶剤を含むインクを、ガラス板の表面に塗布し、乾燥させることで、機能材層８を形成する。１枚のガラス板の表面に、複数種類の機能材層８を形成してもよい。機能材層８は

、所望のパターンで形成される。

[0040] 形成工程は、成形工程の前に実施されてよく、この場合、平面状のガラス表面にインクを塗布でき、塗布作業性が良い。インクの塗布方法としては、例えばスクリーン印刷法、ダイコート法などがある。

[0041] 機能材層 8 は、焼成されると、ガラス板の表面に焼き付けられ、機能材を含む機能膜 18（図 1 参照）となる。機能膜 18 は、例えば、導電材を含む導電膜、また導電線条であって、TV 放送、AM/FM 放送、PHS などの電波を受信するアンテナ、凍結防止用の熱電線などを構成する。あるいは、機能膜 18 は、加飾材を含む加飾膜であって、黒色の耐熱顔料を含み、外部からの視認を制限したり、太陽光の透過を制限する。

[0042] （合わせガラスの製造方法の詳細）

本実施形態では、合わせガラス 60 を構成する複数枚のガラス板 12、14 のうちの少なくとも 2 枚のガラス板 12、14 の板厚が異なる。図 5 および図 6 に示した例は、2 枚のガラス板を有する合わせガラスであり、板厚が異なる 2 枚のガラス板 12、14（即ち、ガラス板 2、4）は、異なる粘度を有しており、厚いガラス板 12 の徐冷点と軟化点との間の任意の温度において、厚いガラス板 12 は、薄いガラス板 14 よりも低い粘度を有する。つまり、同じ温度で比べたとき、厚いガラス板 12 は、薄いガラス板 14 よりも低い粘度を有する。

[0043] また、ここで「ガラス板の主表面」とは、ガラス板の厚み方向の面（所謂コバ面）以外の面つまり、表裏面のことをいい、複数枚のガラス板が積層されている場合でも同様である。例えば図 2 においては、主表面はガラス板 12、14 の上下の面であり、それぞれの主表面に不均一な温度分布が形成される。このとき、近傍の主表面の温度差に依存して主表面以外の面（コバ面）にも不均一な温度分布が形成されてもよい。

[0044] ここで、「徐冷点」とは、ガラスの粘度が $10^{13} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ となる温度をいい、ガラスの組成などで定まる。ソーダライムガラスの徐冷点は、代表的には、550℃程度である。徐冷点よりも低い温度では、ガラス板はほとん

ど熱変形しない。

[0045] また、「軟化点」とは、ガラスの粘度が $10^{7.65} \text{ dPa} \cdot \text{s}$ となる温度をいい、ガラスの組成などで定まる。ソーダライムガラスの軟化点は、代表的には、 750°C 程度である。ガラス板の曲げ成形温度は、軟化点と同じ温度、または、軟化点よりも若干低い温度に設定される。

[0046] ガラスの粘度は、ガラスの温度が同じ場合、ガラスの組成及び水分含有量を表す $\beta\text{-OH}$ 値 (mm^{-1}) などに依存する。ソーダライムガラスの場合、例えば、ガラス中のアルカリ金属酸化物 (Na_2O や K_2O など) の含有量が少なくなるほど、 $\beta\text{-OH}$ 値 (mm^{-1}) が小さくなるほど粘度は高くなる。

[0047] なお、 $\beta\text{-OH}$ 値 (mm^{-1}) は、ガラス中の水分含有量の指標であり、ガラスの $\beta\text{-OH}$ 値は、ガラス試料について波長 $2.75 \mu\text{m} \sim 2.95 \mu\text{m}$ の光に対する吸光度を測定し、その最大値 β_{max} を該試料の厚さ (mm) で割ることで求めることができる。

[0048] また、ガラス板の $\beta\text{-OH}$ 値 (mm^{-1}) は、原料中の水分量、原料を溶解する熱源の種類（たとえば、重油、LNG、電気等）、溶解槽中の水蒸気濃度、および溶解槽における溶融ガラスの滞在時間などにより変化し、ガラス原料として酸化物の代わりに水酸化物を用いる方法（例えば、マグネシウム源として酸化マグネシウム (MgO) の代わりに水酸化マグネシウム ($\text{Mg}(\text{OH})_2$) を用いる）を用いるなどによって調整されることが好ましい。

[0049] 本実施態様においてガラス板中の水分含有量は、 $\beta\text{-OH}$ 値 (mm^{-1}) で例えば $0.1 \sim 0.4$ 、好ましくは $0.2 \sim 0.3$ となる。

[0050] ガラスの粘度は、ガラスの組成が同じ場合、ガラスの温度が上昇するほど、低下する。ガラスの粘度は、ガラスの組成が同じ場合、下記の式 (1) で表される。下記の式 (1) は、一般に、Fulcher の式と呼ばれる。

[0051]

[数1]

$$\log_{10} \eta = A + \frac{B}{T - T_0} \quad \dots (1)$$

$$A = \log_{10} \eta_0$$

式（１）において、 η はガラスの粘度（ $\text{dPa} \cdot \text{s}$ ）、 T はガラスの温度（ $^{\circ}\text{C}$ ）を表す。また、 A 、 η_0 （ $\text{dPa} \cdot \text{s}$ ）、 B （ $^{\circ}\text{C}$ ）、および T_0 （ $^{\circ}\text{C}$ ）は、それぞれ、ガラスの組成などに応じて定まる定数を示す。

[0052] 図７は、F u l c h e rの式に基づき計算される、ガラスの粘度と温度との関係を模式的に示すグラフである。図７において、縦軸はガラスの粘度の値 η の対数値（１０を底とする）であり、横軸はガラスの温度の値 T である。図７に示すように、ガラスの組成が同じ場合、 T が高くなるほど、 η が低くなる。

[0053] 所望の温度におけるガラスの粘度は、所謂、B e a m B e n d i n g法（以下、「ＢＢ法」という）によって測定される。ＢＢ法は、徐冷点と軟化点との間の所望温度における粘度を測定するのに適した測定方法である。

[0054] 図８は、ＢＢ法による粘度測定の説明図である。図８に示すように、ＢＢ法による粘度測定では、３点曲げ試験機１００を用いる。長さ５０ｍｍ、板厚２ｍｍの試験片１１０を２つの支持点（間隔 $L = 20\text{mm}$ ）で水平に支持し、所望温度に加熱する。その後、試験片１１０の長手方向中央に一定の荷重（４０ｇｆ）を加え、試験片の長手方向中央の撓み速度を測定する。ここで、「撓み速度」とは、上下方向における変位速度を意味する。次いで、撓み速度の測定結果などを下記の式（２）に代入して、所望温度におけるガラスの粘度を算出する。

[0055]

[数2]

$$\eta = \frac{G \times L^3}{2.4 \times I \times v} \times \left\{ M + \frac{\rho \times S \times L}{1.6} \right\} \quad \dots (2)$$

式（２）において、 η はガラスの粘度（ $\text{dPa} \cdot \text{s}$ ）、 G は重力加速度（ cm/sec^2 ）、 L は２つの支持点の間隔（ cm ）、 I は試験片の断面２次モーメント（ cm^4 ）、 v は試験片中央の撓み速度（ cm/min ）、 M は試験片の長手方向中央に加える荷重（ g ）、 ρ はガラスの密度（ g/cm^3 ）、 S は試験片の断面積（ cm^2 ）を表す。

[0056] 式（２）式を変形すると、下記の式（３）が得られる。

[0057] [数3]

$$v = \frac{G \times L^3}{2.4 \times I \times \eta} \times \left\{ M + \frac{\rho \times S \times L}{1.6} \right\} \quad \dots (3)$$

式（３）に示すように、ガラスの粘度が低くなるほど、ガラスの撓み速度が速くなる。

[0058] 本実施形態では、上述の如く、板厚が異なる２枚のガラス板１２、１４（即ち、ガラス板２、４）は、異なるガラス粘度を有しており、厚いガラス板１２の徐冷点と軟化点との間の任意の温度において、厚いガラス板１２が薄いガラス板１４よりも低い粘度を有する。そのため、粘度差によって板厚差を補償でき、板厚が異なる２つのガラス板１２、１４を精度良く容易に曲げ成形できる。

板厚が t （ mm ）のガラス板の曲げやすさを表す指標として、図８に示す

3点曲げ試験機100を用いて、板厚が t (mm)の試験片110に一定の荷重(50gf)を加えた状態で、試験片110を400℃から630℃まで昇温したときの、試験片110の総撓み量を使用可能である。この総撓み量を D (cm)とすると、 D は下記の式(4)から算出される。試験片110の昇温開始温度を400℃としたのは、400℃以下の温度では、試験片の熱変形が無視できる程小さいからである。試験片とガラス板とは、同じガラス組成を有し、同じ A (η_0)、 B 、 T_0 を有する。

[0059] [数4]

$$D = \int_{400}^{630} \frac{v}{E} \times dT \quad \dots (4)$$

式(4)において、 T は試験片の温度を示す。 E は、試験片の400℃から630℃までの昇温速度(℃/min)を示し、10(℃/min)とする。 v は、試験片の撓み速度(cm/min)を示し、 T を変数とする関数であって、下記の式(5)で表される。

[0060] [数5]

$$v = \frac{G \times L^3}{2.4 \times I \times \eta_0 \times 10^{\frac{B}{T-T_0}}} \times \left\{ M + \frac{\rho \times S \times L}{1.6} \right\} \quad \dots (5)$$

式(5)は、式(3)に式(1)を代入して得られるものであって、 L および I は t などにて定まる。 L および I は、温度に対する依存性が無視できるほど小さいので、室温での値を用いる。

[0061] 厚い試験片 ($t = t_1$) における D および T_0 の値を D_1 および T_1 とし、薄い試験片 ($t = t_2 < t_1$) における D および T_0 の値を D_2 および T_2 としたとき、 $D_1 = D_2$ を満たす ΔT ($\Delta T = T_2 - T_1$) を表 1 に示す。また、2つの試験片の板厚比を x とし、厚い試験片 ($t = t_1$) の徐冷点における、2つの試験片の粘度の対数値同士の比を y とし、厚い試験片 ($t = t_1$) の軟化点における、2つの試験片の粘度の対数値同士の比を z とすると、 $D_1 = D_2$ を満たす、 x 、 y および z の組み合わせを表 1 に示す。 y および z の値は、表 1 に示す ΔT などを式 (4) (詳細には式 (5)) に代入して算出される。

[0062]

[表1]

	t_1 (mm)	t_2 (mm)	$\Delta T(^{\circ}\text{C})$	x	y	z	D_2/D_1
例1	2.0	1.6	8	0.80	1.033	1.022	1
例2	2.0	1.1	21	0.55	1.092	1.058	1
例3	1.9	1.7	4	0.89	1.016	1.011	1
例4	1.8	1.3	12	0.72	1.051	1.033	1
例5	1.8	1.1	18	0.61	1.078	1.050	1
例6	2.1	1.6	10	0.76	1.042	1.027	1
例7	2.1	1.1	23	0.52	1.101	1.064	1
例8	1.9	1.25	15	0.66	1.064	1.041	1
例9	2.1	0.7	37	0.33	1.172	1.107	1

表 1 において、2つの試験片における A および B の値は、ソーダライムガラスの代表値とし、具体的には、 $A = 1.525$ 、 $B = 4144$ (°C) とした。また、厚い試験片 ($t = t_1$) における T_1 の値は、ソーダライムガラスの代表値とし、具体的には、 $T_1 = 270.6$ (°C) とした。このように、A および B の値を一定とし、 T_0 のみを調節したのは、A および B は、 T_0 に比べて、ガラス組成に対する依存性が小さいからである。

表 1 において、 x の値は、室温における、厚い試験片の板厚 (t_1) と、薄い試験片の板厚 (t_2) との比 (t_2 / t_1) を示す。 y の値は、厚い試験片の徐冷点における、厚い試験片の粘度 (η_1) の対数値 ($\log_{10} \eta_1$) と、薄い試験片の粘度 (η_2) の対数値 ($\log_{10} \eta_2$) との比 ($\log_{10} \eta_2 / \log_{10} \eta_1$) を示す。 z の値は、厚い試験片の軟化点における、厚い試験片の粘度 (η_3) の対数値 ($\log_{10} \eta_3$) と、薄い試験片の粘度 (η_4) の対数値 ($\log_{10} \eta_4$) との比 ($\log_{10} \eta_4 / \log_{10} \eta_3$) を示す。

[0063] 図 9 は、 $D_1 = D_2$ を満たす、 x と y との関係を示すグラフである。図 10 は、 $D_1 = D_2$ を満たす、 x と z との関係を示すグラフである。

[0064] 図 9 に示すように、 $D_1 = D_2$ を満たす x と y とは、ほぼ比例関係を有する。最小二乗法により求められる x と y との関係は、 $y = 1.20 - 0.206 \times x$ で表される。

[0065] 図 10 に示すように、 $D_1 = D_2$ を満たす x と z とは、ほぼ比例関係を有する。最小二乗法により求められる x と z との関係は、 $z = 1.13 - 0.131 \times x$ で表される。

[0066] そうすると、板厚が異なる 2 枚のガラス板 12、14 (即ち、ガラス板 2、4) は、成形工程における曲げ性を合わせるため、下記の式 (6) および式 (7) を満たすことが望ましい。

[0067] [数 6]

$$1 < y < b_1 - 0.206 \times x \quad \cdots (6)$$

[0068] [数7]

$$1 < z < c_1 - 0.131 \times x \quad \dots (7)$$

式（６）および式（７）において、 x 、 y および z は、表１と同様の意味であって、 x は室温における２枚のガラス板１２、１４の板厚比を示し、 y は厚いガラス板１２の徐冷点における、２枚のガラス板１２、１４の粘度の対数値同士の比を示し、 z は厚いガラス板１２の軟化点における、２枚のガラス板１２、１４の粘度の対数値同士の比を示す。

式（６）および式（７）において、 $b_1 = 1.22$ 、 $c_1 = 1.15$ である。 $y \geq b_1 - 0.206 \times x$ 、または／および、 $z \geq c_1 - 0.131 \times x$ の場合、成形工程における、厚いガラス板の曲げ量が、薄いガラス板の曲げ量よりも過大となる。そのため、厚いガラス板の凹曲面と、薄いガラス板の凸曲面とが対向するように、２枚のガラス板を積層すると、２枚のガラス板の間に圧着不良が生じやすい。 b_1 は、好ましくは１．２１、より好ましくは１．２０である。 c_1 は、好ましくは１．１４、より好ましくは１．１３である。

[0069] 板厚が異なる２枚のガラス板は、上記の式（６）および式（７）に加えて、下記の式（８）および式（９）を満たすことがさらに望ましい。但し、式（８）は、 x がある程度小さいときのみ有効に用いられ、具体的には $1 \leq b_2 - 0.206 \times x$ のときにのみ有効に用いられる。同様に、式（９）は、 x がある程度小さいときのみ有効に用いられ、具体的には $1 \leq c_2 - 0.131 \times x$ のときにのみ有効に用いられる。

[0070]

[数8]

$$b_2 - 0.206 \times x < y \quad \dots (8)$$

[0071] [数9]

$$c_2 - 0.131 \times x < z \quad \dots (9)$$

式(8)および式(9)において、 $b_2 = 1.11$ 、 $c_2 = 1.06$ である。 $y > b_2 - 0.206 \times x$ 、および、 $z > c_2 - 0.131 \times x$ とすることで、 x が小さい場合でも、成形工程における、2枚のガラス板の曲げ量を十分に整合できる。 b_2 は、好ましくは1.12、より好ましくは1.13である。 c_2 は、好ましくは1.07、より好ましくは1.08である。

[0072] 図11は、式(6)および式(8)を満たす x と y との関係を示すグラフである。図11において、式(6)および式(8)を満たす領域を斜線で示す。また、図11において、表1に示す x と y との関係をプロットする。図11に示すように、式(8)は、 x がある程度小さいときのみ有効である。

[0073] 図12は、式(7)および式(9)を満たす x と z との関係を示すグラフである。図12において、式(7)および式(9)を満たす領域を斜線で示す。また、図12において、表1に示す x と z との関係をプロットする。図12に示すように、式(9)は、 x がある程度小さいときのみ有効である。

[0074] 表1との比較のため、 x 、 y および z の組合せが式(6)～式(9)の少なくとも1つの式を満たさないときの D_2/D_1 、および ΔT を表2に示す。

[0075]

[表2]

	t_1 (mm)	t_2 (mm)	$\Delta T(^{\circ}\text{C})$	x	y	z	D_2/D_1
例1	2.0	1.6	0	0.80	1	1	1.95
例2	2.0	1.1	0	0.55	1	1	6.01
例3	1.9	1.7	0	0.89	1	1	1.40
例4	1.8	1.3	0	0.72	1	1	2.65
例5	1.8	1.1	0	0.61	1	1	4.38
例6	2.1	1.6	0	0.76	1	1	2.26
例7	2.1	1.1	0	0.52	1	1	6.96
例8	1.9	1.25	0	0.66	1	1	3.51
例9	2.1	0.7	0	0.33	1	1	26.98

表2において、 $b_1 = 1.20$ 、 $c_1 = 1.13$ 、 $b_2 = 1.13$ 、 $c_2 = 1.08$ である。

[0076] 板厚が異なる2枚のガラス板12、14（即ち、ガラス板2、4）は、 $0.3 \leq x \leq 0.9$ の式を満たすことが望ましい。 x を0.9以下とすることで、厚いガラス板12（車外側のガラス板）の強度や耐飛び石性能を維持しつつ、合わせガラス60を十分に薄板化できる。また、 x を0.3以上とすることで、薄いガラス板14の強度を十分に確保できる。薄板化による軽量化と、先進国の安全基準を満たし飛び石などに対する車外側ガラス板の強度のバランスから、 $0.3 \leq x \leq 0.76$ がより好ましく、 $0.33 \leq x \leq 0.66$ がさらに好ましい。このときの、一般の自動車用窓ガラスに用いられるソーダライムガラスであれば、合わせガラスの車外側に配置されるガラス板の板厚は1.6mmより厚いことが好ましく、1.8mm以上がさらに好ましい。また、車内側に配置されるガラス板の板厚は1.6mmより薄いことが好ましく、1.3mmより薄いことがさらに好ましく、1.1mmより薄いことが特に好ましい。一方で、0.7mmよりも厚いとガラス板の取り扱いが容易になり、1mmよりも厚ければ既存の自動車用窓ガラスの生産設備とへの適合性が高く好ましい。

[0077] また、厚い板と薄い板の板厚差は、0.5mm以上が好ましく、0.65mm以上がさらに好ましい。強度や飛び石性能を確保したまま軽量化が可能になるためである。

[0078] また、 y の値は、 $1.017 \leq y$ が好ましく、 $1.02 \leq y$ がより好ましく、 $1.03 \leq y$ がさらに好ましい。

[0079] 合わせガラス60は、車両用窓ガラスであってよい。合わせガラス60を構成するガラス板12、14の枚数は2枚であってよい。合わせガラス60の凸曲面は、板厚の厚いガラス板12の凸曲面で構成される。この合わせガラス60を車両に取り付けると、板厚の厚いガラス板12が車外側に配置されるので、小石などの飛来物が外部から自動車に衝突する場合に、合わせガラス60が割れにくい。

[0080] なお、上記実施形態では、合わせガラスは、2枚のガラス板を含むとしたが、合わせガラスのうちの2枚のガラス板の板厚が異なる限り、3枚以上のガラス板を含んでもよい。この場合、上記2枚のガラス板以外の残りのガラス板は、上記2枚のガラス板の両方と異なる板厚でもよいし、いずれか一方と同じ板厚でもよい。前者の場合、板厚が異なる2枚のガラス板の組合せ全てにおいて、2枚のガラス板は、厚いガラス板の徐冷点と軟化点との間の任意の温度において、厚いガラス板が薄いガラス板よりも低い粘度を有することが望ましい。後者の場合、板厚が同じガラス板は、同じガラス粘度を有することが望ましい。

[0081] 成形工程は、各ガラス板12、14の主表面に不均一な温度分布を形成する温度分布形成工程を含む。各ガラス板12、14をリング型20に載置して加熱する場合、上方から見て各ガラス板12、14に不均一な温度分布を形成する。各ガラス板12、14は、厚さ方向に均一な温度分布を有してよい。

[0082] 温度分布形成工程は、例えば図2および図3に示すように、ガラス板12、14と加熱源H1との間に配設される遮熱部材22によって、各ガラス板12、14の主表面に不均一な温度分布を形成してよい。

[0083] 遮熱部材22は、リング型20に固定されてよく、リング型20と共に加熱炉30内を移動する。加熱炉30内にはヒータなどの加熱源H1、H2が設けられる。加熱炉30の炉床に固定された加熱源H1と、加熱炉30の天井に固定された加熱源H2とが、リング型20上のガラス板12、14を上下両側から加熱する。

[0084] 遮熱部材22は、加熱炉内温度より低温の状態で加熱炉に入り、リング型20に載せられるガラス板12、14よりも緩やかに昇温され、リング型20に載せられるガラス板12、14よりも低温の状態で加熱炉30から出てくる。遮熱部材22は、耐熱性を有する材料で形成され、例えば鉄、ステンレス鋼などで形成される。

[0085] 遮熱部材22は、例えば図2に示すように、リング型20に載せられたガ

ラス板 12、14 よりも下方に配置されてよく、加熱炉 30 の炉床に固定された加熱源 H1 からの輻射熱を吸収し、加熱源 H1 からガラス板 12、14 への輻射熱を遮る。尚、遮熱部材 22 は、リング型 20 に載せられたガラス板 12、14 よりも上方に配置されてもよく、両側に配置されてもよい。

[0086] 遮熱部材 22 は、ガラス板 12、14 の一部に対する加熱源 H1 からの輻射熱を遮る。ガラス板 12、14 における加熱源 H1 からの輻射熱を遮られた部分は、輻射熱を遮られていない部分よりも、緩やかに温度上昇する。従って、ガラス板 12、14 における加熱源 H1 からの輻射熱を遮られた部分は、輻射熱を遮られていない部分よりも、重力によって曲げ変形される時間が短い。そのため、曲がりやすい部分と、曲がりにくい部分とが各ガラス板 12、14 に混在し、各ガラス板 12、14 を所望の形状に曲げることができる。よって、圧着工程においてガラス板と中間膜とを十分圧着することができる。

[0087] 遮熱部材 22 は、例えば図 3 に示すように、ガラス板 12、14 の外周部の少なくとも一部の温度上昇を抑制してよく、ガラス板 12、14 の少なくとも長手方向両端部の温度上昇を抑制してよい。ガラス板 12、14 が車両用の場合、ガラス板 12、14 の長手方向は、一般的には車幅方向であるが、車種によっては車幅方向と垂直な方向でもよい。薄いガラス板 4 の長手方向両端部の意図しない屈曲変形を抑制することができ、離型剤の凹凸跡（歪み）の発生を低減することができる。

[0088] 遮熱部材 22 は、成形工程の少なくとも一部で、加熱源 H1 からガラス板 12、14 への輻射熱を遮ればよい。遮熱部材 22 は、ガラス板 12、14 の一部に対する加熱源 H1 からの輻射熱を遮る遮熱位置（図 2 に示す位置）と、該遮熱位置よりも遮熱量の少ない退避位置との間で変位可能であってもよい。

[0089] 本実施形態の温度分布形成工程は、遮熱部材 22 によってガラス板 12、14 の主表面に不均一な温度分布を形成したが、図 13 に示すように、ガラス板 12、14 を部分的に加熱する加熱源 h1～h5 によってガラス板 12

、 14の主表面に不均一な温度分布を形成してもよい。

[0090] 例えば図13に示すように、温度分布形成工程は、ガラス板12、14を同時に加熱する複数の加熱源h1～h5を個別に制御して、ガラス板12、14の主表面に不均一な温度分布を形成してよい。複数の加熱源h1～h5は、ガラス板12、14の長手方向に沿って配列されてよい。

[0091] また、温度分布形成工程は、複数の加熱源h1～h5と、複数の加熱源h1～h5が同時に加熱するガラス板12、14との位置関係を加熱源h1～h5毎に調整して、ガラス板12、14の主表面に不均一な温度分布を形成してもよい。複数の加熱源h1～h5は、例えば図13に示すように、加熱炉30の天井から吊り下げられた基台31によって、加熱炉30内で上下に移動可能に支持されている。加熱源h1～h5の出力が同じ場合、ガラス板12、14と加熱源h1～h5との間の距離が近くなるほど、ガラス板12、14の加熱源h1～h5で加熱される部分が高温になる。

[0092] 尚、図13の加熱源h1～h5は、加熱炉30側に配設されるが、遮熱部材22と同様に、リング型20側に配設されてもよく、リング型20と共に加熱炉30内を移動してよい。

[0093] また、図13の加熱源h1～h5は、図2の遮熱部材22と共に用いられてもよい。

[0094] 不均一な温度分布は、ガラス板12、14の形状差が大きい領域の近傍や、離型剤などの凹凸が薄いガラス板に転写し易い領域、例えばガラス板の長手方向両端部など、の温度を部分的に他の部分より高くしたり、低くしたりしてもよい。これにより、ガラス板の曲がり過ぎや曲がり不足を防止でき、ガラス板と中間膜との圧着不良を低減したり、ガラス板と離型剤との接触圧による歪みを低減することができる。

実施例

[0095] [実施例1]

実施例1では、平板状の2枚のガラス板（ソーダライムガラス）を用意する。この2枚のガラス板は、異なる板厚を有しており、厚いガラス板の板厚

は 2.0 mm であり、薄いガラス板の板厚は 1.1 mm である。また、この 2 枚のガラス板は、異なる組成を有しており、蛍光 X 線分析を用いて各ガラス板の組成を調べた結果、厚いガラス板は、薄いガラス板よりも高い Na_2O 含有量を示す。

[0096] 次いで、各ガラス板と同組成の試験片を用いて、図 8 に示す BB 法により複数の温度における粘度を調べ、モデル式である式 (1) との差が最小となるように、最小二乗法で式 (1) 中の A 、 B 、 T_0 を求める。その結果、厚いガラス板と同組成の試験片では、 $A = 1.525$ 、 $B = 4144$ 、 $T_0 = 270.8$ である。また、薄いガラス板と同組成の試験片では、 $A = 1.525$ 、 $B = 4144$ 、 $T_0 = 290.8$ である。これらの A 、 B 、 T_0 の組み合わせに基づいて算出される y および z の組合せは、 $y = 1.921$ 、 $z = 1.056$ である。ちなみに、 x は 0.55 である。

[0097] 次いで、薄いガラス板の表面に、ガラスフリット、黒色の耐熱顔料、および有機ビヒクルを混ぜたインクを塗布し、乾燥させて加飾材層を形成する。

[0098] 次いで、加飾材層が薄いガラス板の上面に配置されるように、図 1 に示すリング型上に、厚さ 2.0 mm のガラス板、および厚さ 1.1 mm のガラス板をこの順で重ねて載せる。なお、2 枚のガラス板を重ねる前に、2 枚のガラス板の間に、セラミックス粉末を含む離型剤を設ける。

[0099] 次いで、2 枚のガラス板を重ねて載せたリング型を、加熱炉の入口から予熱ゾーンを経て、成形ゾーンに移動させることで、軟化した 2 枚のガラス板を重力によってリング型に沿った形状に曲げると共に、加飾材層を脱バイnderのための加熱処理し、次いで焼成して加飾膜を形成する。成形ゾーンにおいて、各ガラス板の主表面に不均一な温度分布を形成するため、図 2 に示すようにガラス板と加熱源との間に遮熱部材が配設される。遮熱部材は、リング型に固定され、リング型と共に加熱炉内を移動し、リング型に載せられたガラス板の長手方向両端部を遮熱する。成形ゾーンでは、曲げ成形された薄いガラス板の凸曲面と、曲げ成形された厚いガラス板の凹曲面とが互いに対向している。次いで、リング型を、成形ゾーンから徐冷ゾーンに移動させ

た後、加熱炉の出口から搬出する。

[0100] その後、リング型上で、2枚のガラス板を十分に冷却した後、リング型から取り外し、洗浄によって離型剤を除去し、各ガラス板の外観を目視で観察する。その結果、薄いガラス板の長手方向両端部の意図しない屈曲変形は認められず、また、離型剤に含まれるセラミックス粉末の凹凸に起因する欠点は認められず、見栄えに問題はない。

[0101] 続いて、厚いガラス板の凹曲面と、薄いガラス板の凸曲面とを互いに向かい合わせて、ポリビニルブチラル（PVB）からなる中間膜を介して、2枚のガラス板を積層し、ガラス積層体（未圧着体）とする。ガラス積層体は、オートクレーブ内で加熱・圧着され、所望の湾曲形状を備えた合わせガラスを得る。

[0102] 得られた合わせガラスを目視で観察すると、隣り合うガラス板の間に圧着不良は見られず、クラックも確認されない。

[0103] [実施例2]

実施例2では、薄いガラス板の板厚を1.6mmとし、薄いガラス板のガラス組成を変更する他は、実施例1と同様にして合わせガラスを作製する。

[0104] 成形工程の前に、実施例2の薄いガラス板と同組成の試験片を用いて、図8に示すBB法により複数の温度における粘度を調べ、モデル式である式(1)との差が最小となるように、最小二乗法で式(1)中のA、B、 T_0 を求める。その結果、薄いガラス板と同組成の試験片では、 $A=1.525$ 、 $B=4144$ 、 $T_0=278.6$ である。このA、B、 T_0 の組み合わせに基づいて算出されるyおよびzの組合せは、 $y=1.826$ 、 $z=1.022$ である。ちなみに、xは0.8である。

[0105] 成形工程の後、リング型上で、2枚のガラス板を十分に冷却した後、リング型から取り外し、洗浄によって離型剤を除去し、各ガラス板の外観を目視で観察する。その結果、薄いガラス板の長手方向両端部の意図しない屈曲変形は認められず、また、離型剤に含まれるセラミックス粉末の凹凸に起因する欠点は認められず、見栄えに問題はない。

[0106] また、圧着工程の後、得られた合わせガラスを目視で観察すると、隣り合うガラス板の間に圧着不良は見られず、クラックも確認されない。

[0107] [実施例3]

実施例3では、薄いガラス板および厚いガラス板の組成を表3の通りに変更する他は、実施例1と同様にして合わせガラスを作製する。

[0108] 成形工程の前に、実施例3の薄いガラス板と厚いガラス板とそれぞれ同組成の試験片を用いて、図8に示すBB法により複数の温度における粘度を調べ、モデル式である式(1)との差が最小となるように、最小二乗法で式(1)中のA、B、 T_0 を求める。その結果、表3に記載の通り、薄いガラス板と同組成の試験片では、 $A = 2.158$ 、 $B = 4791$ 、 $T_0 = 243.6$ であり、厚いガラス板と同組成の試験片では、 $A = 1.617$ 、 $B = 4230$ 、 $T_0 = 261.6$ である。

[0109] 成形工程の後、リング型上で、2枚のガラス板を十分に冷却した後、リング型から取り外し、洗浄によって離型剤を除去し、各ガラス板の外観を目視で観察する。その結果、薄いガラス板の長手方向両端部の意図しない屈曲変形は認められず、また、離型剤に含まれるセラミックス粉末の凹凸に起因する欠点は認められず、見栄えに問題はない。

[0110] また、圧着工程の後、得られた合わせガラスを目視で観察すると、隣り合うガラス板の間に圧着不良は見られず、クラックも確認されない。

[0111] [実施例4]

実施例4では、薄いガラス板および厚いガラス板の組成を表3の通りに変更する他は、実施例1と同様にして合わせガラスを作製する。

[0112] 成形工程の前に、実施例4の薄いガラス板と厚いガラス板とそれぞれ同組成の試験片を用いて、図8に示すBB法により複数の温度における粘度を調べ、モデル式である式(1)との差が最小となるように、最小二乗法で式(1)中のA、B、 T_0 を求める。その結果、表3に記載の通り、薄いガラス板と同組成の試験片では、 $A = 1.270$ 、 $B = 4119$ 、 $T_0 = 274.3$ であり、厚いガラス板と同組成の試験片では、 $A = -0.110$ 、 $B = 297$

6、 $T_0 = 312.0$ である。

[0113] 成形工程の後、リング型上で、2枚のガラス板を十分に冷却した後、リング型から取り外し、洗浄によって離型剤を除去し、各ガラス板の外観を目視で観察する。その結果、薄いガラス板の長手方向両端部の意図しない屈曲変形は認められず、また、離型剤に含まれるセラミックス粉末の凹凸に起因する欠点は認められず、見栄えに問題はない。

[0114] また、圧着工程の後、得られた合わせガラスを目視で観察すると、隣り合うガラス板の間に圧着不良は見られず、クラックも確認されない。

[0115]

[表3]

	実施例3 (組み合わせ例)		実施例4 (組み合わせ例)	
(質量%)	薄いガラス板	厚いガラス板	薄いガラス板	厚いガラス板
SiO ₂	72.2	73.0	71.7	73.3
Al ₂ O ₃	1.8	0.1	2.5	0.8
CaO	8.1	8.6	8.5	9.8
MgO	4.2	3.8	3.6	0.4
Na ₂ O	12.9	13.7	12.3	14.0
K ₂ O	0.6	0.1	1.0	0.6
Na ₂ O+K ₂ O	13.5	13.8	13.3	14.6
TiO ₂	0.02	0.03	0.02	0.04
CeO ₂	0	0	0	0
Fe ₂ O ₃	0.08	0.57	0.08	0.86
SO ₃	0.1	0.1	0.3	0.2
(total)	100	100	100	100
軟化点(°C)	734.6	720.5	738.7	709.4
徐冷点(°C)	549.6	541.5	553.2	534.1
歪点(°C)	504.6	499	510.1	497
A	2.158	1.617	1.270	-0.110
B	4791	4230	4119	2976
T ₀	243.6	261.6	274.3	312.0

[比較例1]

比較例1では、薄いガラス板のガラス組成を変更し、厚いガラス板のガラス組成と同一とする他は、実施例1と同様にして合わせガラスを作製する。

[0116] 成形工程の後、リング型上で、2枚のガラス板を十分に冷却した後、リン

グ型から取り外し、洗浄によって離型剤を除去し、各ガラス板の外観を目視で観察する。その結果、薄いガラス板の長手方向両端部の意図しない屈曲変形が観察され、また、離型剤に含まれるセラミックス粉末の凹凸に起因する欠点が観察され、透視歪みが見られる。

[0117] また、圧着工程の後、得られた合わせガラスを目視で観察すると、隣り合うガラス板の間に圧着不良が認められ、クラックも確認される。

[0118] 以上、合わせガラスの製造方法の実施形態等について説明したが、本発明は上記実施形態等に限定されず、特許請求の範囲に記載された要旨の範囲内で種々の変形および改良が可能である。

[0119] 本出願は、2012年10月2日に日本国特許庁に出願された特願2012-220711号に基づく優先権を主張するものであり、特願2012-220711号の全内容を本出願に援用する。

符号の説明

- [0120] 2 厚いガラス板
4 薄いガラス板
8 機能材層
12 曲げ成形された厚いガラス板
14 曲げ成形された薄いガラス板
18 機能膜
20 リング型
40 中間膜
50 ガラス積層体（未圧着体）
60 合わせガラス

請求の範囲

- [請求項1] 複数枚のガラス板を軟化点近傍まで加熱して所望の形状に曲げ成形する成形工程と、
曲げ成形された複数枚の前記ガラス板を中間膜を介して積層する積層工程と、
積層した前記ガラス板と前記中間膜を圧着して合わせガラスを形成する圧着工程とを有し、
前記合わせガラスを構成する複数枚のガラス板のうちの少なくとも2枚のガラス板の板厚が異なり、
前記板厚が異なる2枚のガラス板は、2枚のガラス板のうち厚いガラス板の徐冷点と軟化点との間の任意の温度において、厚いガラス板が2枚のガラス板のうち薄いガラス板よりも低い粘度を有し、
前記成形工程は、各ガラス板の主表面に不均一な温度分布を形成する温度分布形成工程を含む、合わせガラスの製造方法。
- [請求項2] 前記温度分布形成工程は、ガラス板と加熱源との間に配設される遮熱部材によって、ガラス板の主表面に不均一な温度分布を形成する、請求項1に記載の合わせガラスの製造方法。
- [請求項3] 前記温度分布形成工程は、ガラス板を部分的に加熱する加熱源によって、ガラス板の主表面に不均一な温度分布を形成する、請求項1または2に記載の合わせガラスの製造方法。
- [請求項4] 前記温度分布形成工程は、ガラス板を同時に加熱する複数の加熱源を個別に制御して、ガラス板の主表面に不均一な温度分布を形成する、請求項3に記載の合わせガラスの製造方法。
- [請求項5] 前記温度分布形成工程は、複数の加熱源と、該複数の加熱源が同時に加熱するガラス板との位置関係を加熱源毎に調整して、ガラス板の主表面に不均一な温度分布を形成する、請求項3または4に記載の合わせガラスの製造方法。
- [請求項6] 前記成形工程は、離型剤を介して重ねた複数枚のガラス板をリング

型に載置して軟化点付近まで加熱し、所望の形状に曲げ成形する工程である、請求項 1 ～ 5 にいずれか 1 項に記載の合わせガラスの製造方法。

[請求項7] 前記板厚が異なる 2 枚のガラス板は、異なるガラス組成を有している、請求項 1 ～ 6 のいずれか 1 項に記載の合わせガラスの製造方法。

[請求項8] 前記板厚が異なる 2 枚のガラス板は、
室温における、前記厚いガラス板の板厚 (t_1) と、前記薄いガラス板の板厚 (t_2) との比を x ($x = t_2 / t_1$) とし、
前記厚いガラス板の徐冷点における、前記厚いガラス板の粘度 (η_1) の対数値 ($\log_{10} \eta_1$) と、前記薄いガラス板の粘度 (η_2) の対数値 ($\log_{10} \eta_2$) との比を y ($y = \log_{10} \eta_2 / \log_{10} \eta_1$) とし、
前記厚いガラス板の軟化点における、前記厚いガラス板の粘度 (η_3) の対数値 ($\log_{10} \eta_3$) と、前記薄いガラス板の粘度 (η_4) の対数値 ($\log_{10} \eta_4$) との比を z ($z = \log_{10} \eta_4 / \log_{10} \eta_3$) とすると、
 $1 < y < (1.22 - 0.206 \times x)$ の式、および、 $1 < z < (1.15 - 0.131 \times x)$ の式を満たす、請求項 1 ～ 7 のいずれか 1 項に記載の合わせガラスの製造方法。

[請求項9] 前記板厚が異なる 2 枚のガラス板は、 $0.3 \leq x \leq 0.9$ の式を満たす、請求項 8 に記載の合わせガラスの製造方法。

[請求項10] 前記板厚が異なる 2 枚のガラス板は、 $1.017 \leq y$ の式を満たす、請求項 8 または 9 に記載の合わせガラスの製造方法。

[請求項11] 前記合わせガラスは、車両用窓ガラスであって、前記合わせガラスを構成するガラス板の枚数が 2 枚であり、前記合わせガラスの凸曲面が、板厚の厚いガラス板の凸曲面で構成される、請求項 1 ～ 10 のいずれか 1 項に記載の合わせガラスの製造方法。

[請求項12] 酸化物換算の表記で、

前記薄いガラス板が、

Al_2O_3 : 0質量%～3.5質量%、

Na_2O と K_2O の合計 : 12.0質量%～14.5質量%、

を含む組成を有する、ソーダライムガラス板であり、

前記厚いガラス板が、

Al_2O_3 : 0質量%～2.0質量%、

Na_2O と K_2O の合計 : 13.0質量%～15.5質量%、

を含む組成を有する、ソーダライムガラス板である、請求項1～11のいずれか1項に記載の合わせガラスの製造方法。

[請求項13]

酸化物換算の表記で、

前記薄いガラス板が、

SiO_2 : 68.0質量%～75.0質量%、

Al_2O_3 : 0質量%～3.5質量%、

CaO : 7.0質量%～13.0質量%、

MgO : 0質量%～7.0質量%、

Na_2O : 12.0質量%～15.0質量%、

K_2O : 0質量%～3.0質量%、

Na_2O と K_2O の合計 : 12.0質量%～14.5質量%、

を含む組成を有し、

前記厚いガラス板が、

SiO_2 : 68.0質量%～75.0質量%、

Al_2O_3 : 0質量%～2.0質量%、

CaO : 7.0質量%～13.0質量%、

MgO : 0質量%～7.0質量%、

Na_2O : 12.0質量%～15.0質量%、

K_2O : 0質量%～3.0質量%、

Na_2O と K_2O の合計 : 13.0質量%～15.5質量%

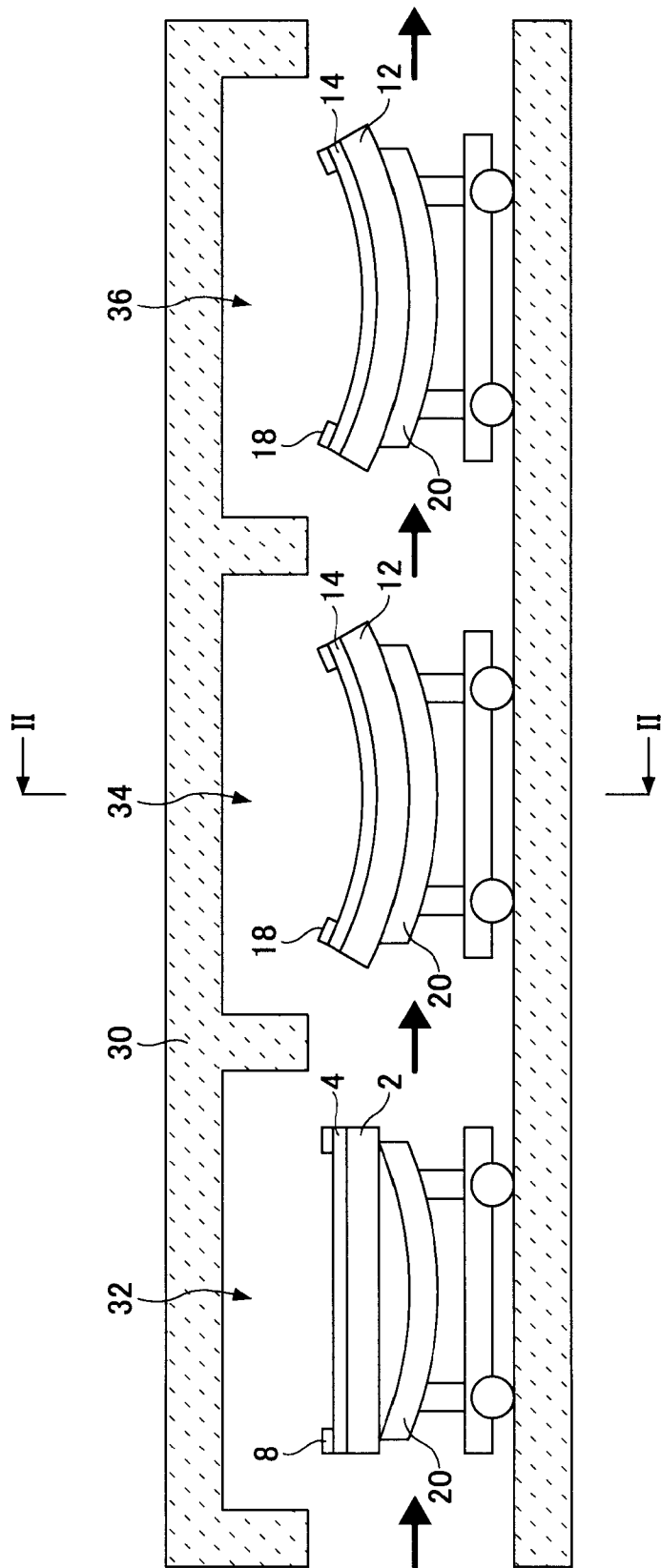
を含む組成を有する、請求項1～12のいずれか1項に記載の合わせ

ガラスの製造方法。

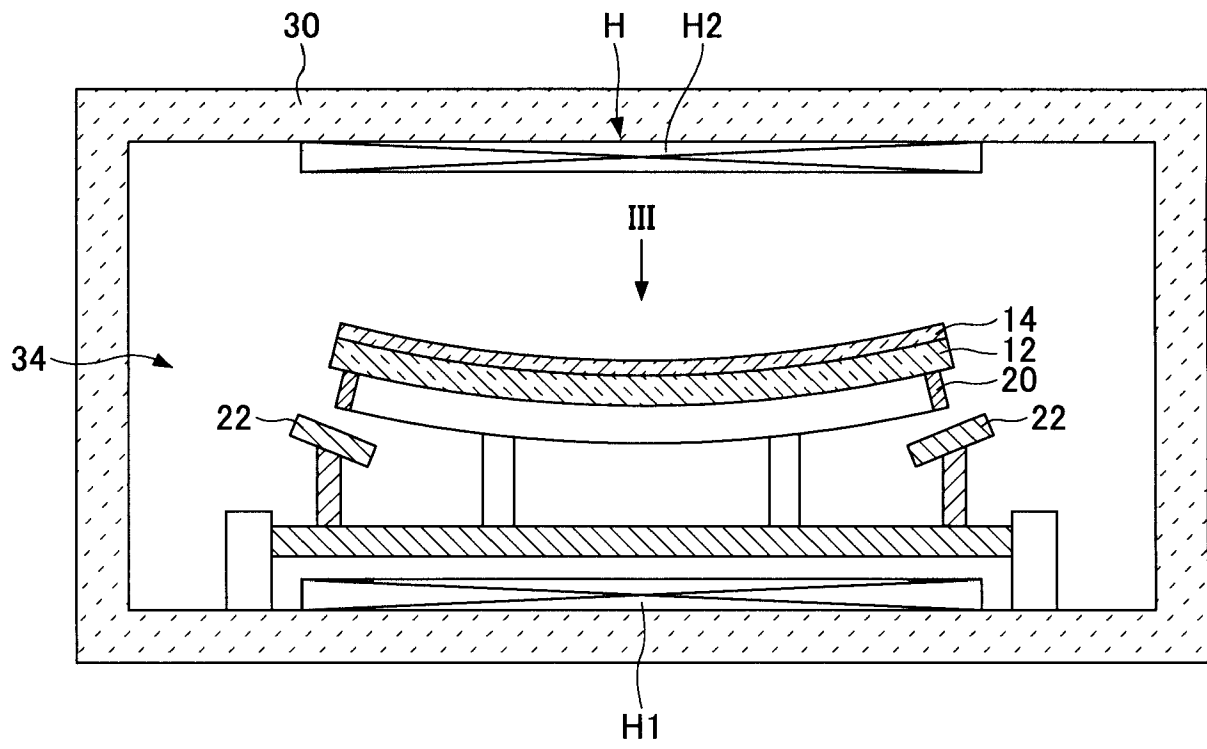
[請求項14] $\beta - \text{OH}$ 値 (mm^{-1}) が 0.1 ~ 0.4 である、請求項 1 ~ 13 のいずれか 1 項に記載の合わせガラスの製造方法。

[請求項15] 請求項 1 ~ 14 のいずれか 1 項に記載の合わせガラスの製造方法で得られた合わせガラス。

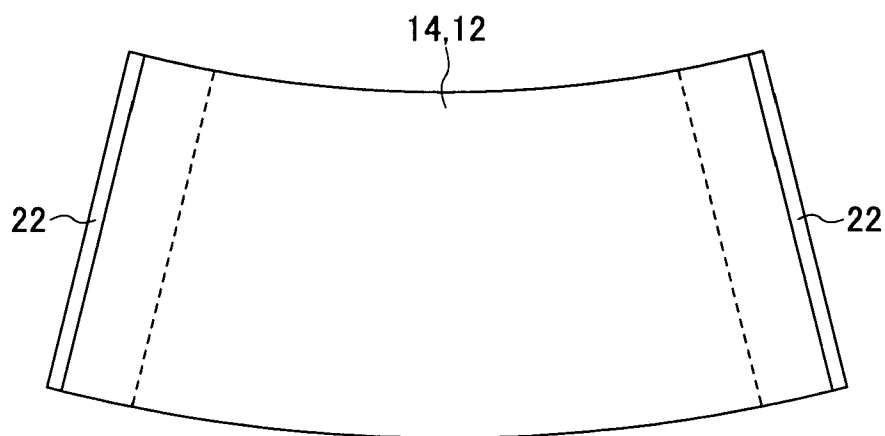
[図1]



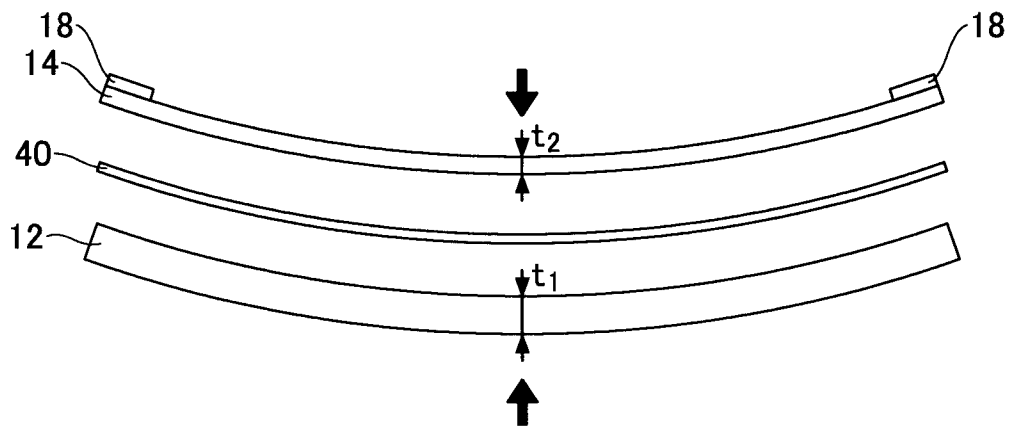
[図2]



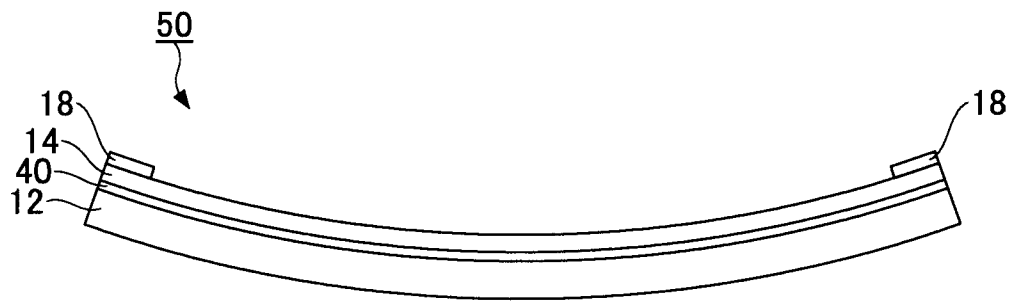
[図3]



[図4]



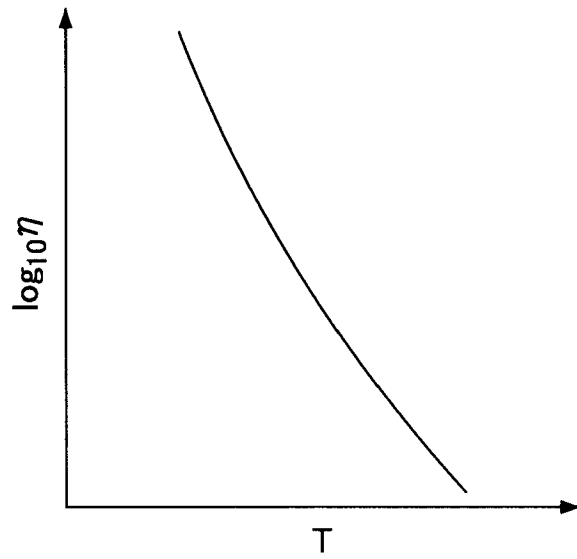
[図5]



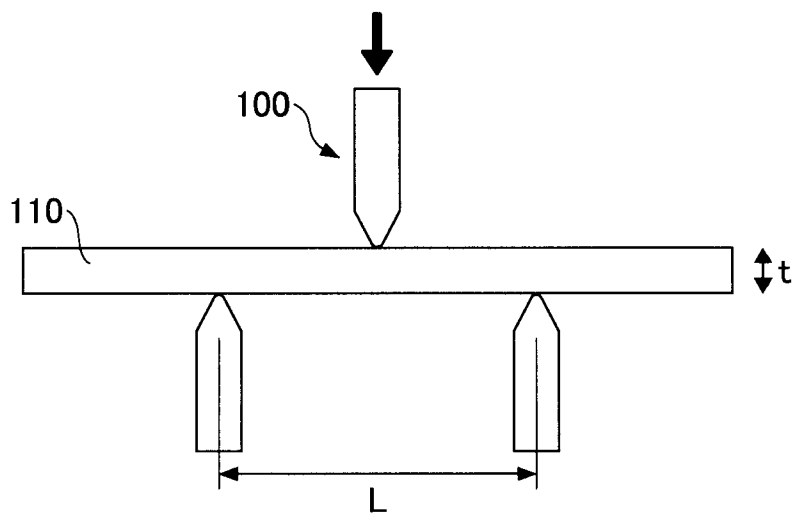
[図6]



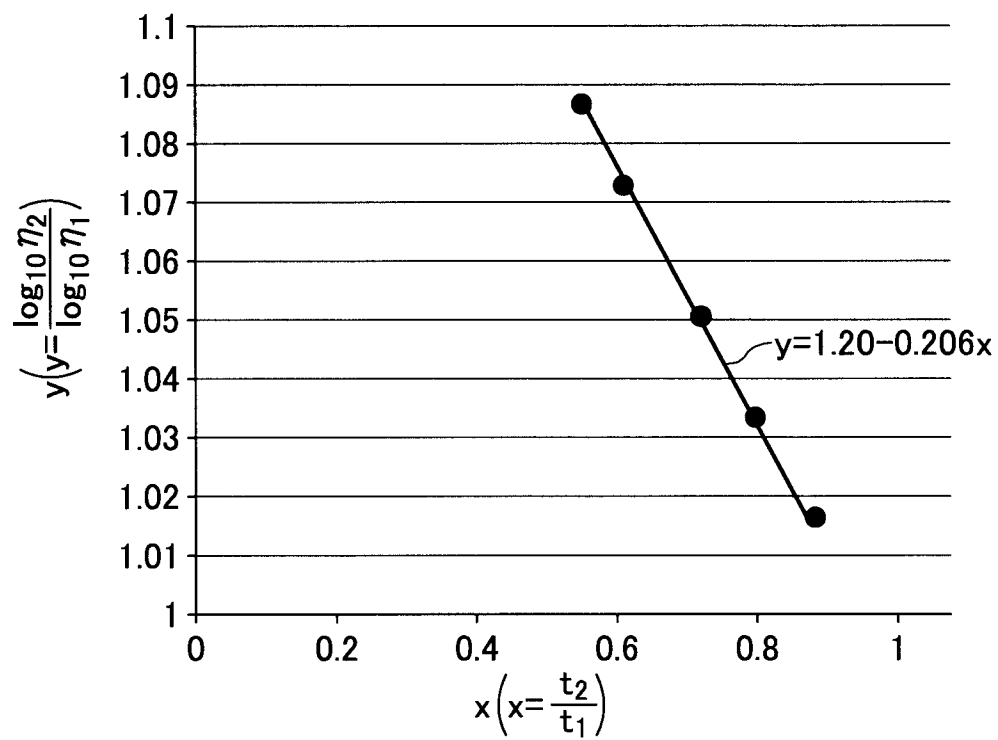
[図7]



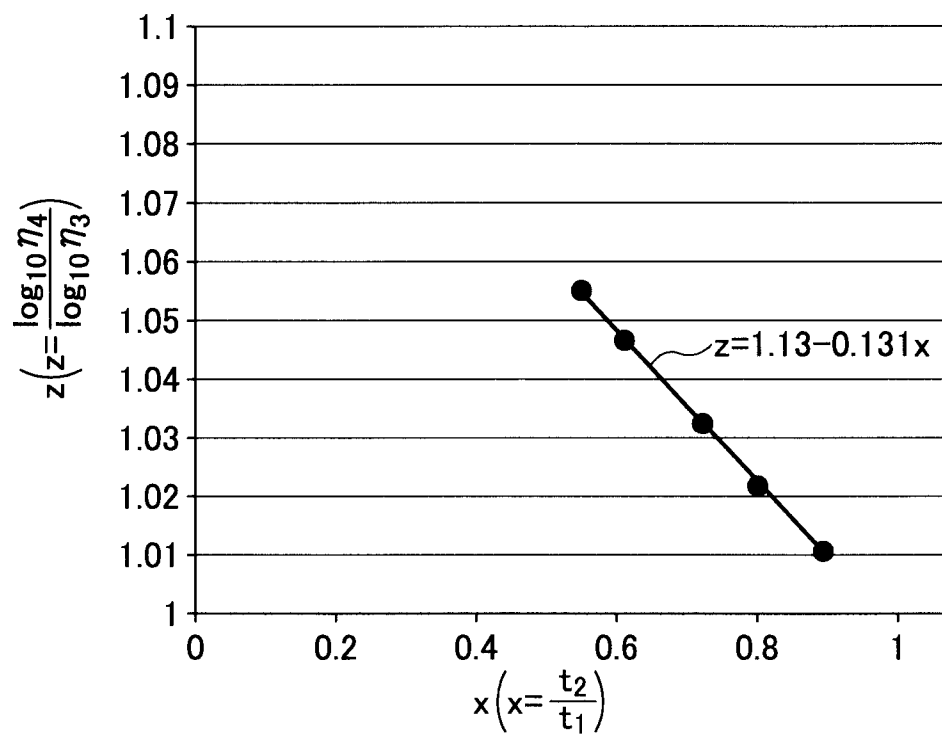
[図8]



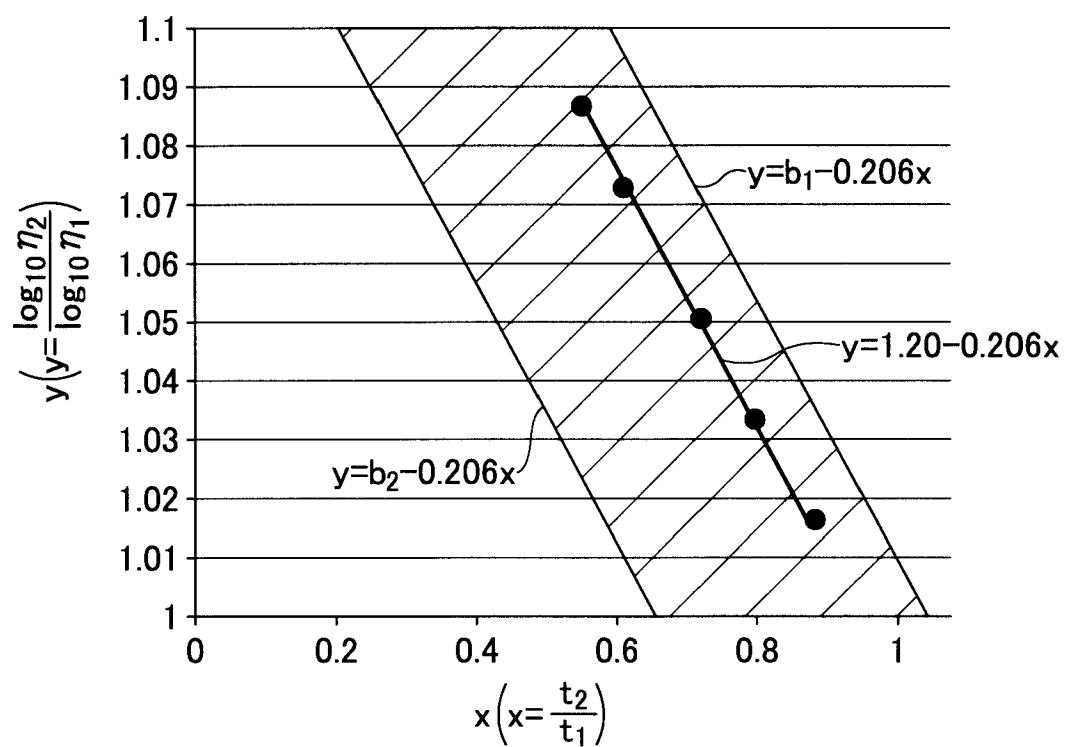
[図9]



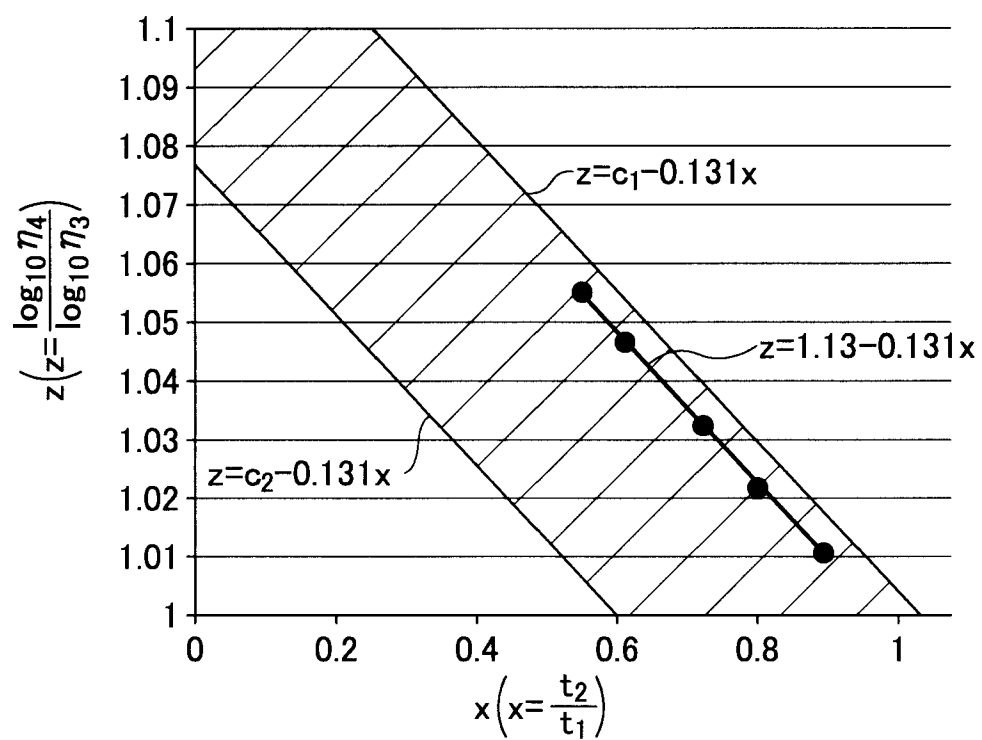
[図10]



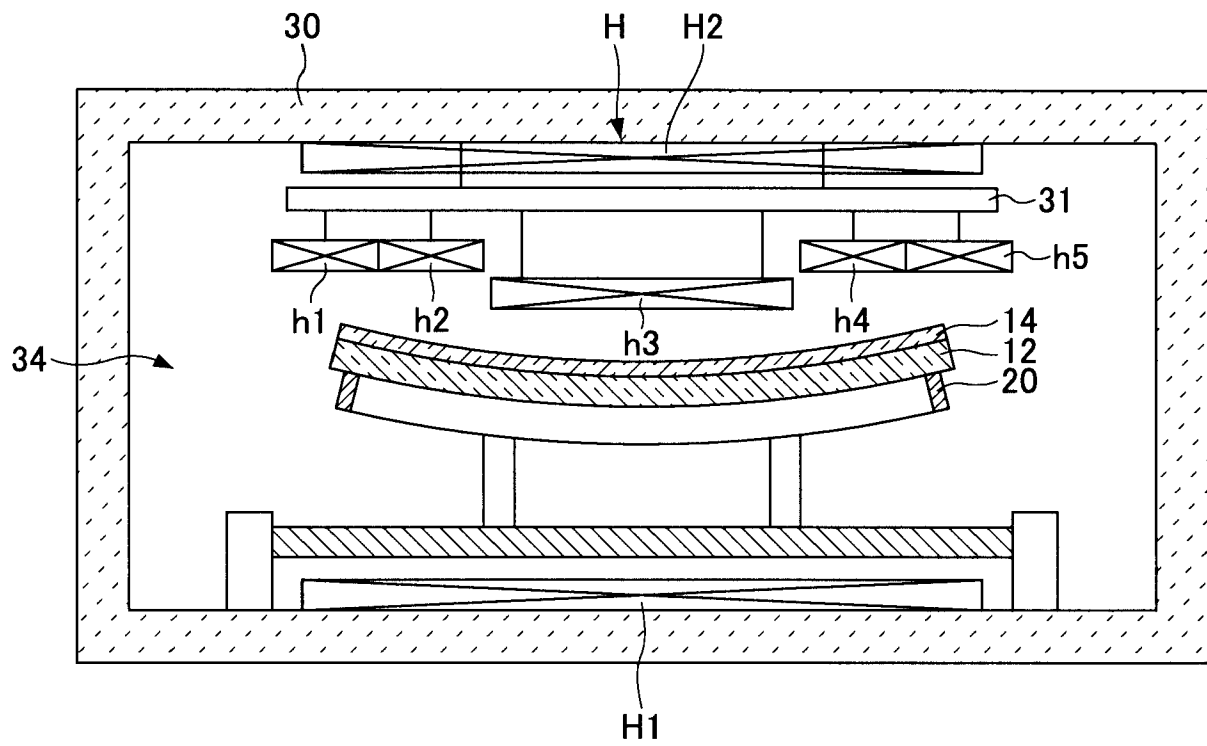
[図11]



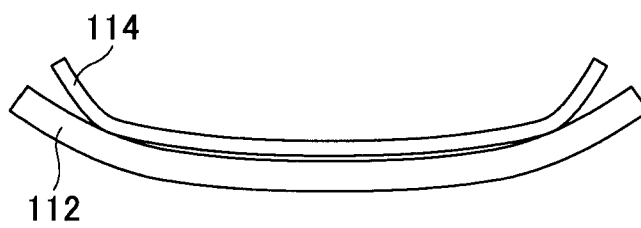
[図12]



[図13]



[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/075761

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C03C27/12(2006.01) i, C03C3/087(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)

C03C27/12, C03C3/087

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	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

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 Y A	JP 57-61646 A (Societa Italiana Vetro -SIV- S.p.A.), 14 April 1982 (14.04.1982), claims; example 2; fig. 1 & GB 2078169 A & DE 3124067 A & FR 2484398 A & IT 1131319 B	15 1-7, 11-14 8-10
Y	JP 2001-89172 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 03 April 2001 (03.04.2001), claims; paragraphs [0001] to [0005]; fig. 8 & US 7331198 B1 & EP 1140713 A & WO 2001/023310 A1	1-7, 11-14

☒ 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
11 October, 2013 (11.10.13)

Date of mailing of the international search report
29 October, 2013 (29.10.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/075761

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 62-265138 A (PPG Industries, Inc.), 18 November 1987 (18.11.1987), claims & US 4687501 A & FR 2597469 A & CA 1275568 A & IT 1203930 B	1-7, 11-14
Y	JP 2004-137147 A (Nippon Sheet Glass Co., Ltd.), 13 May 2004 (13.05.2004), claims; examples & US 2004/0067835 A1 & EP 1403224 A1	12, 13
Y	WO 2007/111079 A1 (Asahi Glass Co., Ltd.), 04 October 2007 (04.10.2007), examples; claims & US 2009/0000335 A1 & EP 2000440 A2 & KR 10-2008-0113192 A & CN 101410333 A	12-14
P, X	WO 2012/137742 A1 (Asahi Glass Co., Ltd.), 11 October 2012 (11.10.2012), claims (Family: none)	15

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. C03C27/12(2006.01)i, C03C3/087(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. C03C27/12, C03C3/087

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 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
X Y A	JP 57-61646 A（ソシエタ・イタリアーナ・ヴェトロローシヴーエセ・ペー・アー）1982.04.14, 特許請求の範囲, 実施例2, 第1図 & GB 2078169 A & DE 3124067 A & FR 2484398 A & IT 1131319 B	15 1-7, 11-14 8-10
Y	JP 2001-89172 A（旭硝子株式会社）2001.04.03, 特許請求の範囲, 段落【0001】-【0005】, 図8 & US 7331198 B1 & EP 1140713 A & WO 2001/023310 A1	1-7, 11-14

☒ 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

1 1 . 1 0 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

2 9 . 1 0 . 2 0 1 3

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）

田中 則充

4 T

9 7 3 0

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 請求項の番号
Y	JP 62-265138 A (ピーピージー インダストリーズ, インコーポレ ーテッド) 1987. 11. 18, 特許請求の範囲 & US 4687501 A & FR 2597469 A & CA 1275568 A & IT 1203930 B	1-7, 11-14
Y	JP 2004-137147 A (日本板硝子株式会社) 2004. 05. 13, 特許請求の 範囲, 実施例 & US 2004/0067835 A1 & EP 1403224 A1	12, 13
Y	WO 2007/111079 A1 (旭硝子株式会社) 2007. 10. 04, 実施例, 請求の 範囲 & US 2009/0000335 A1 & EP 2000440 A2 & KR 10-2008-0113192 A & CN 101410333 A	12-14
P, X	WO 2012/137742 A1 (旭硝子株式会社) 2012. 10. 11, 請求の範囲 (フ ァミリーなし)	15