June 1, 1926. 1,586,618

E. T. FERNGREN

METHOD AND APPARATUS FOR DRAWING SHEET GLASS

Filed July 7, 1922 3 Sheets-Sheet 1

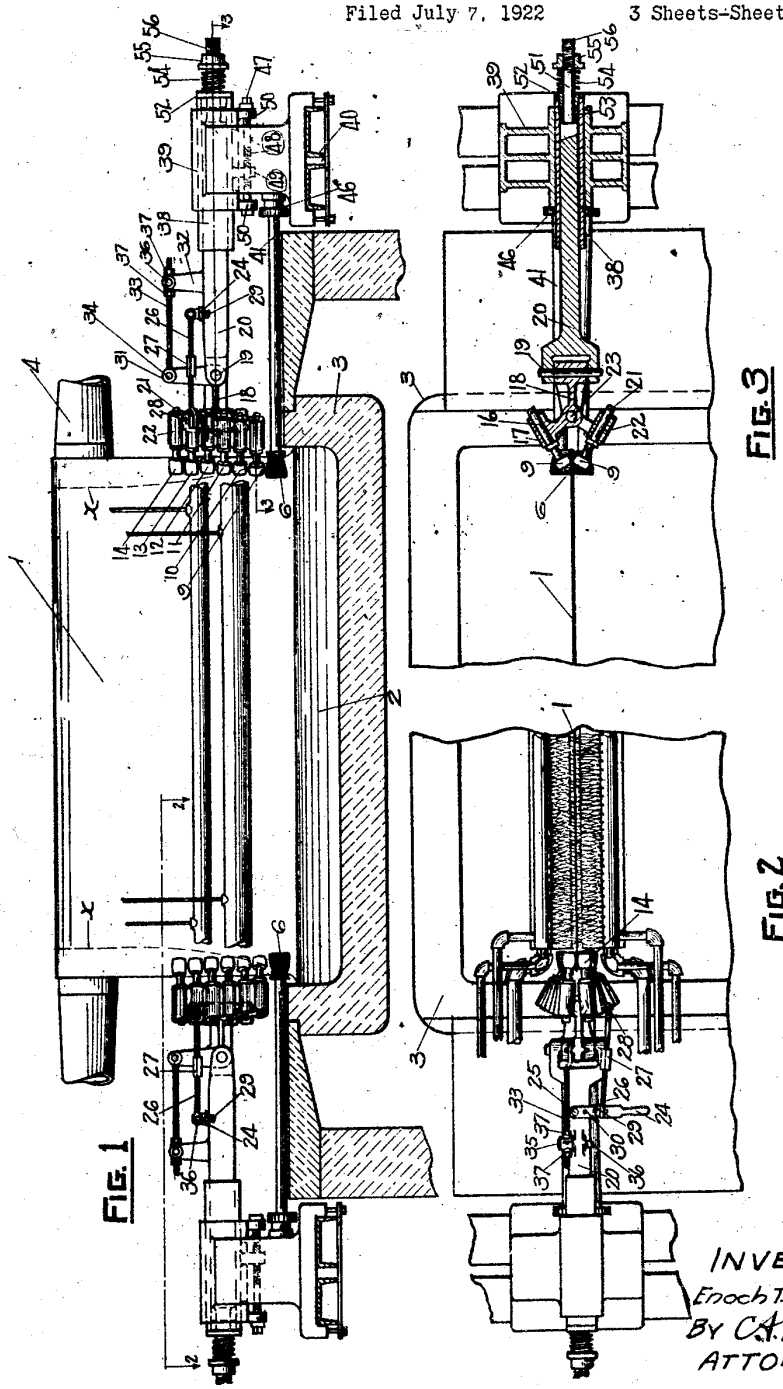


FIG. 1

FIG. 3

FIG. 2

INVENTOR
Enoch T. Ferngren
BY C. A. Rowley
ATTORNEY

June 1, 1926. 1,586,618

E. T. FERNGREN

METHOD AND APPARATUS FOR DRAWING SHEET GLASS

Filed July 7, 1922 3 Sheets-Sheet 2

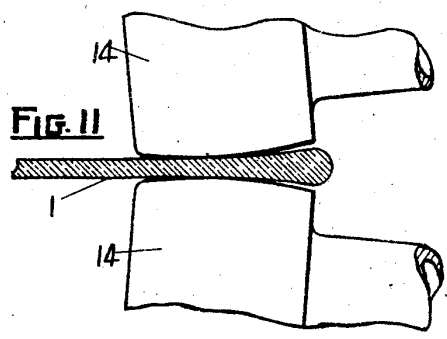


FIG. 11

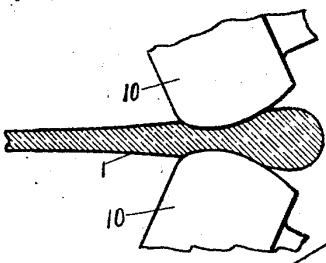


FIG. 7

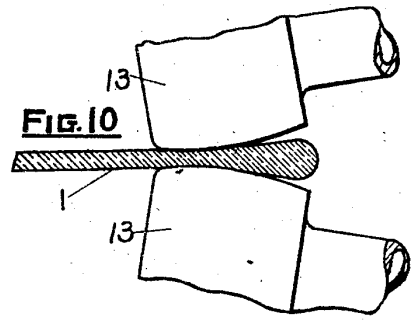


FIG. 10

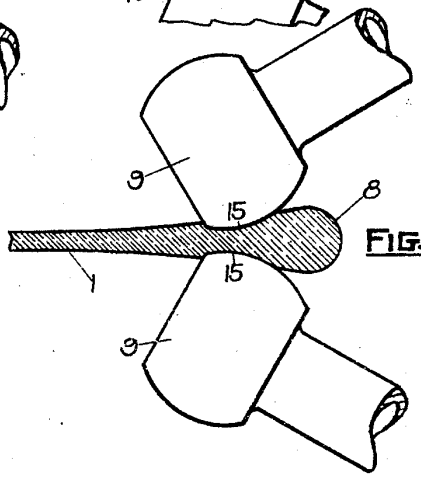


FIG. 6

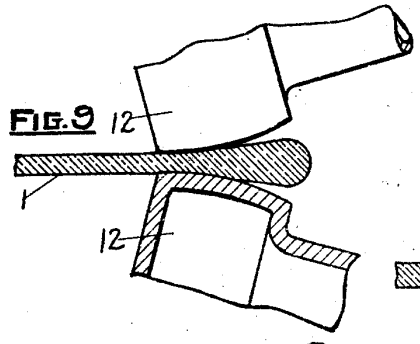


FIG. 9

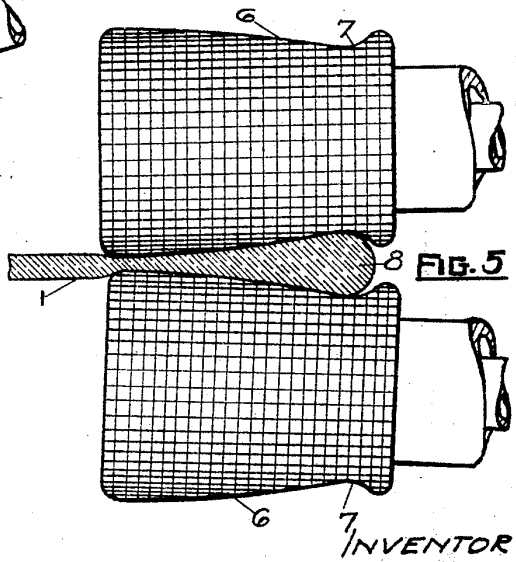


FIG. 5

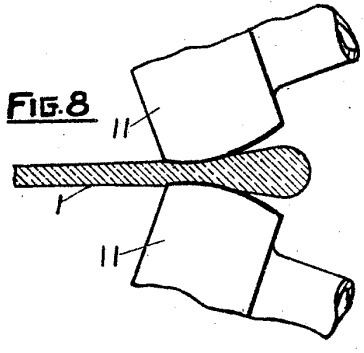


FIG. 8

INVENTOR
Enoch T. Ferngren
BY C. A. Rowley
ATTORNEY

June 1, 1926. 1,586,618

E. T. FERNGREN

METHOD AND APPARATUS FOR DRAWING SHEET GLASS

Filed July 7, 1922 3 Sheets-Sheet 3

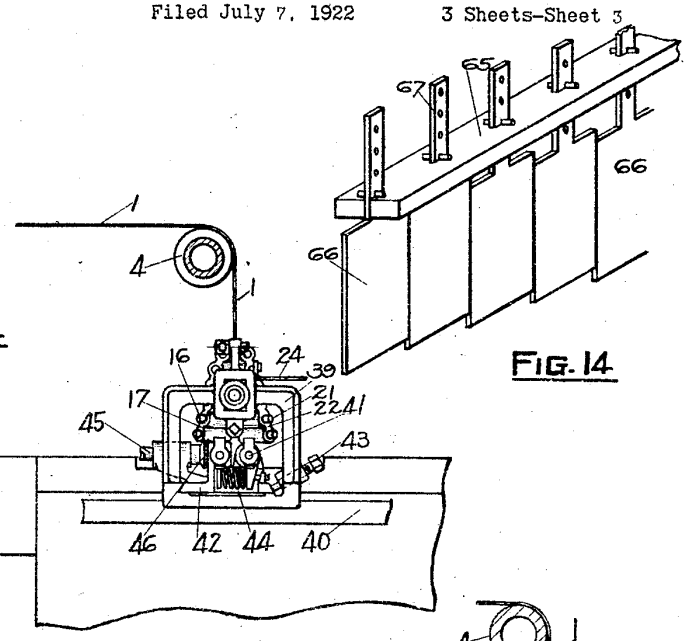


FIG. 4

FIG. 14

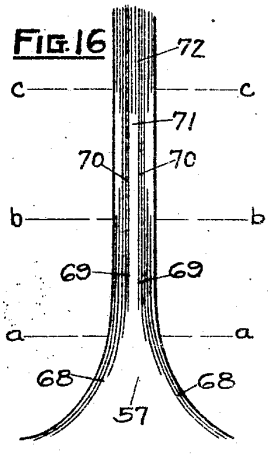


FIG. 16

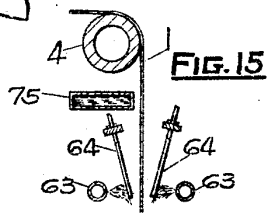


FIG. 15

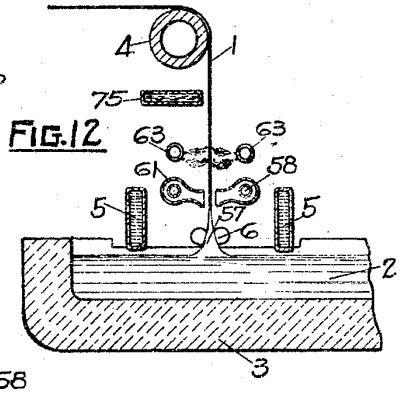


FIG. 12

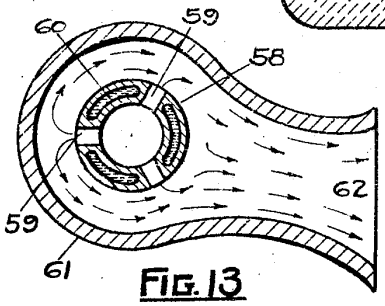


FIG. 13

INVENTOR
Enoch T. Ferngren
BY C.A. Rowley
ATTORNEY

Patented June 1, 1926. 1,586,618

UNITED STATES PATENT OFFICE.

ENOCH T. FERNGREN, OF TOLEDO, OHIO, ASSIGNOR TO THE LIBBEY-OWENS SHEET GLASS COMPANY, OF TOLEDO, OHIO, A CORPORATION OF OHIO.

METHOD AND APPARATUS FOR DRAWING SHEET GLASS.

Application filed July 7, 1922. Serial No. 573,292.

This invention relates to the art of drawing a continuous sheet of glass, and more particularly to a method and apparatus for maintaining a lateral or sidewise stress on the sheet while it is under formative drawing stress lengthwise, and includes also a method and means of temperature treatment for the sheet during this formative period to equalize and balance the stresses in the sheet structure. The ultimate object of the invention is to obtain a flat and uniform sheet of glass with smooth unwrinkled surfaces.

While the invention is not limited to use with any one system of producing sheet glass, it is illustrated in connection with a sheet drawing apparatus of the general type set forth in the patent to Colburn, 1,248,809, granted December 4, 1917. In this system, a continuous sheet of glass is drawn upwardly from a bath of molten glass, and then, while still in a somewhat plastic condition, although substantially set in final sheet form, is bent into a horizontal plane and carried off into a leer. As is well-known in this art, some means must be provided to maintain the width of the sheet during its period of formation, else it will gradually narrow away until no sheet is left. In the patented process referred to, a pair of knurled rollers grip the edge portion of each sheet near its source, the rollers being driven at a lower rate of speed than that at which the sheet is being drawn upwardly. These rollers act both to feed up glass into the edges of the sheet, and also to hold down on the sheet edges and maintain a longitudinal tension in these edges. Above these rollers the sheet narrows up to some extent due to the contraction when cooling and attenuation of the sheet under longitudinal stress, but the final sheet is produced of a constant and uniform width and thickness.

According to the present invention, the knurled edge-rollers above described are retained, but their surface conformation is so modified that the sheet edges are rolled out with an edge bead or thickened portion. This thickened edge is gripped and held out during the formative period of the sheet while the thickness determining attenuation is taking place, by a series of superposed pairs of idler rollers which prevent the lateral contraction of the sheet, and impart a lateral stretch or tension to the sheet. At the same time, the bead or thickened edge is gradually flattened or ironed out by these gripping rollers so that the final sheet edges are of much the same proportions as those resulting from the original Colburn process. The sheet is thus maintained under practically constant lateral and longitudinal stresses during its formation period and until it becomes set in final sheet form. This works to produce a somewhat wider sheet, and also to prevent the formation of cords and wave lines as well as areas of unequal thickness.

While the sheet is being subjected to the drawing stresses above described, it is also given a temperature treatment which tends to relieve the high surface tension normally present in drawn sheet glass, and to equalize the stresses within the body of the sheet. The forming sheet is subjected to successive cooling and heating treatments, whereby a chill is first driven into the body of the sheet, and then the surface portions are reheated to relieve the excessive surface cooling.

The invention also involves improved forms of cooling and heating means for carrying out the temperature treatments referred to above.

Other objects and advantages of the invention will become apparent from the following detailed description of one approved form of the apparatus.

Referring to the accompanying drawings:

Fig. 1 is an elevation showing a face view of the vertically rising sheet with the width maintaining rollers operating upon the edges thereof. For the sake of clearness the cooling and heating mechanisms are partially broken away in this view. The drawpot containing the molten glass is shown in transverse vertical section.

Fig. 2 is a horizontal section taken substantially on the line 2—2 of Fig. 1.

Fig. 3 is a horizontal section taken substantially on the line 3—3 of Fig. 1.

Fig. 4 is an end elevation of one of the width maintaining units.

Fig. 5 is a detail plan view of one pair of the knurled edge rollers which form the sheet edge.

Figs. 6 to 11, inclusive, are similar views

of the successive pairs of edge holding rollers, taken in ascending order throughout one series.

Fig. 12 is a longitudinal section throughout the sheet-drawing apparatus, showing somewhat diagrammatically the several temperature controlling units.

Fig. 13 is an enlarged section through one of the improved cooling units.

Fig. 14 is an enlarged perspective of a portion of one of the shields used to control the action of the surface heaters.

Fig. 15 is a detail section illustrating the operation of these shields.

Fig. 16 is a diagrammatic section through the sheet during its formative period, to illustrate the effect of the heat treatment.

Referring first more particularly to Figs. 1 to 4 and 12, the sheet 1 is drawn upwardly from the molten glass 2 in pot 3, and bent laterally, while still in a somewhat plastic condition, over bending roller 4 and then carried off horizontally through suitable flattening mechanism into a leer. At 5 in Fig. 12 are shown coolers (preferably of the type containing water or other cooling fluid), which act to form a stiffer and more tenacious surface layer on the molten glass 2 and also to cool the surfaces of the sheet near the source. This action permits of a greater speed of draw for the sheet. The coolers 5 have been omitted in Figs. 1 to 4 for the sake of clearness, these being old in machines of this type. It should be understood that the sheet 1 might be drawn continuously upward, instead of bent laterally over the roll 4 as here illustrated. This present invention has to do with the sheet during its formative period and is not concerned with the specific mechanism used for imparting longitudinal pull to the sheet, or for handling and disposing of the finished sheet.

In the Colburn machine, (and in the present apparatus in modified form), a pair of edge forming rollers 6 are employed at or near the source of each edge of the sheet. These rolls are driven at a speed slower than the sheet is being drawn, thus feeding the glass into the sheet edges and simultaneously providing a drag or tension on the edges of the sheet between these rolls and the bending roll 4. This serves to hold the sheet substantially to width and allows the process to be carried on continuously. Water or other cooling fluid flows in and out of the rolls 6, acting to preserve the metallic rollers in the intense heat and simultaneously cooling the sheet edges which contact therewith, forming a more tenacious, stiffer edge portion. However, the sheet does not entirely maintain its initial width after leaving the edge forming rolls, but narrows away somewhat, as illustrated by the dotted lines x in Fig. 1, due to the attenuation of the sheet, and the contraction while cooling. It is the object of the sheet-edge holding mechanism now about to be described to elastically hold the sheet out to substantially its initial width during its formative period thus imparting a lateral stretch or tension to the sheet, avoiding the formation of corrugations or waves, and improving the quality and smoothness of the sheet surface.

In the present apparatus, the edge forming rollers 6 have been retained, and function much the same as in the previously described apparatus. However, the surface conformation of the rollers has been slighty modified. The rollers are no longer truly cylindrical, but are tapered to a smaller diameter near their rear ends as at 7, forming a wider groove between the pair of rollers at this point, which acts to roll out a bead or thickened portion 8 at the edge of the sheet. It is this thickened edge that is gripped by the pairs of holding rollers, hereinafter described, to hold the sheet to width.

As the width maintaining mechanisms at the two sides of the sheet are substantially duplicated, a description of one will suffice for both. Mounted (as hereinafter described) above the edge holding rolls 6, is a series of superposed pairs of edge-holding rolls which grip into the thickened edge 8 and hold the sheet substantially to its initial width. The apparatus here shown by way of example, employs six pairs of these rolls numbered 9, 10, 11, 12, 13 and 14, respectively. The first pair of rolls 9, (Fig. 6), bites into the thickened edge 8, forming groove 15, the thicker portion 8 back of the grooves acting as a wedge to prevent the sheet pulling out from between the rollers. The successive pairs of rollers 10 to 14, (Figs. 7 to 11), engage in the grooves 15, and function both to hold the sheet to width and at the same time to gradually flatten out the thickened edge 8, so that the sheet leaves the last pair of rollers 14 with the edges of substantially the same thickness as the sheet. This is desirable as it facilitates the subsequent bending of the sheet about the roller 4, and the handling of the sheet in the flattening and annealing mechanism. This process of ironing out the thickened edges may be accomplished either by arranging the axes of the successive pair of rollers at successively decreasing angles to the plane of the sheet, or by varying the contour of the successive roller surfaces throughout the series. In the preferred form of the apparatus here shown both expedients are combined, as best illustrated in Figs. 6 to 11. These rollers act upon the sheet while it is passing through that zone wherein the sheet remains semi-plastic, and is still susceptible to the ironing or flattening process without

danger of cracking the sheet. As the sheet passes beyond the upper pair of rollers 14 its temperature condition and the internal stresses have been so modified that there is little tendency for further contraction.

The pintles 16 for the set of rollers at one side of the sheet edge, have bearings in a bracket-arm 17 which is a fixed extension of supporting member 18, which is pivoted at 19 for swinging movement in a vertical plane, in the main carrier member 20. The pintles 21 for the set of rollers on the opposite side of the sheet edge, have bearings in a bracket-arm 22 pivoted at 23 in the supporting member 18. In normal operating position the bracket arms 17 and 22, and the rollers carried thereby, are arranged at symmetrical angles at the two sides of the sheet edge but bracket 22 is capable of being swung away from the plane of the sheet, to facilitate the starting operation when the sheet is drawn up by means of a bait and must be pulled into place between the normal operating positions of the holding rollers. An operating lever 24 is pivoted at 25 on carrier 20, and a rod 26, adjustable in length by turnbuckle 27, connects this lever with the bracket arm 22. Rod 26 is pivoted at 28 to bracket arm 22, and at the other end is pivoted to pin 29 journaled vertically in lever 24. By manipulating lever 24 the bracket arm 22 and the set of rollers carried thereby may be swung into or out of engagement with the sheet edge 8. The parts may be held in normal operating position by a removable bolt or peg 30, inserted through mating holes in the lever 24 and carrier 20.

There is an upwardly extending arm 31 on the pivoted supporting member 18, and a similar arm 32 projects up from the carrier 20. A rod 33 is pivoted at one end at 34 to the arm 31, and the other end of the rod passes freely through an aperture in the enlarged end 35 of a pin 36, horizontally pivoted in arm 32. Adjusting nuts 37 engage the threaded end of rod 33 at either side of member 35. By suitably manipulating these adjusting nuts, the supporting member 18 may be swung about pivot 19, and the inclination of the edge holding rollers from the vertical can be varied as found desirable. In this way the path that the sheet edge is forced to follow by these holding rollers may be varied to get the proper degree of tension in the sheet at various heights about the molten source 2.

The outer portion of carrier 20, which is of non-circular cross-section to prevent rotary movement thereof, is slidably mounted in the block 38, which in turn is slidably mounted in the main supporting member 39. Support 39 is fixed in any suitable manner to the beams 40 at the sides of the machine. Support 39 may also carry the supporting and driving mechanism for the knurled edge forming rollers 6. This mechanism is of substantially the form now used on the Colburn machine and specifically described in the patent to Colburn, 1,248,809, already referred to, and need not be described in detail. It comprises the supporting and driving shafts 41 for the rollers 6, through which the cooling fluid circulates. These shafts are mounted one of them pivotally, on a base 42 which is adjustable held in support 39 by set-screw 43. The pivotally supported roller is yieldingly held against the sheet by spring 44. The rollers are driven from shaft 45 through gearing 46.

Block 38 is held fixed in adjusted position within support 39, by adjusting bolt 47 whose threaded central portion 48 engages a threaded lug 49 extending down from block 38, and whose ends are held against longitudinal movement but are freely rotated in lugs 50 on support 39. By rotating bolt 47, the edge holding rollers may be adjusted in or out, parallel to the plane of the glass sheet 1.

A reduced end portion 51 of carrier 20, extends out through a plug 52 screwed into the end of block 38. A compression spring 53 surrounding end portion 51 and confined between the end of carrier 20 and the plug 52, yieldingly limits the outward movement of carrier 20. A second compression spring 54 surrounds member 51 and is confined between plug 52 and an adjusting nut 55 mounted on the threaded end 56 of member 51. The spring 54 is placed under a suitable initial tension by nut 55, and the inward pull of the sheet 1, as it tends to contract or attenuate, will further compress the spring 54. This compressed spring will then constantly exert a yielding outward pull or tension on the sheet 1 as it is drawn.

When this apparatus is installed supporting base 42 for the edge forming rollers 6 will first be adjusted within the main support 39 until the edge forming rolls are properly positioned for the desired width of sheet. The corresponding normal inward position of the edge-holding rollers is then adjusted by means of bolt 47, and the proper inclination of the series of rolls is obtained by adjusting nuts 37. By adjusting nut 55 the desired tension to be applied to the sheet is obtained. These adjustments once properly made, the apparatus should require very little attention.

In operation, the drawing of the sheet is started by means of a bait, as is usual in machines of this type. The edge-forming rollers 6 are first clamped in position at the base of this sheet, and then the edge-holding rolls are clamped on the thickened sheet edge 8. The first pair of rollers 9 bite rather deeply into the plastic glass and form the grooves 15, the successive pairs of rollers

there above engaging in these grooves, and also flattening out the bead of glass behind the grooves. As these rollers are all idlers, and turn freely in their bearings, very little resistance is offered by them to the normal longitudinal attenuation of the sheet edge. The lengthwise drawing and stretching of the sheet takes place much the same as if the lateral stretching rollers were not used. As these two tensioning and stretching forces are exerted simultaneously at right-angles to one another, over that plastic area of the sheet in which it is taking form, no opportunity is offered for the sheet to contract or draw up into waves or other irregularities.

Referring now more particularly to Figs. 12 to 16, inclusive, the means for giving the temperature treatment to the sheet of glass during this formative period, will be described. As already noted coolers 5 are used to provide the more tenacious surface glass on pool 2, and to stiffen the sheet 1 at its source. A cooler 75 may also be provided to cool the under side of the sheet and the bending roll 4 just before these come in contact with one another. These coolers are all parts of the present apparatus as disclosed in the Colburn patent, referred to above.

With the system as above set forth, only the surface portions of the sheet are initially chilled, and the sheet is drawn with a hotter core which must gradually cool off during the subsequent cooling and annealing process. This hotter and less tenacious glass tends to drag behind, and will not pull up as evenly and steadily as the cooler more tenacious surface glass. This, together with the unequal stresses set up in the cooler surfaces and the hotter interior of the sheet, tend to produce corrugations and waves in the sheet surfaces, as the sheet shrinks and attempts to stabilize the various stresses produced within its structure.

In the present system a pair of additional coolers are employed to locally chill the sheet just above the so-called meniscus, or body of glass 57, from which the sheet is drawn. These coolers are preferably of a type which will positively drive a chill into the sheet structure. In the improved type of cooler here shown (Fig. 13), a water-jacketed pipe 58 extends horizontally across the machine parallel to and adjacent the sheet surface. Air under pressure is forced through this pipe, and may escape through a series of apertures 59, arranged at intervals in the pipe walls. A circulation of cold water is maintained through the passages 60 in the hollow walls of pipe 58. An enclosing shield or deflector 61, having a directing slot 62 placed close to the sheet surface, surrounds the pipe 58. The air forced out through apertures 59 escapes from the shield, (as indicated by the arrows), in an even horizontal stream against the adjacent surface of the glass sheet. The water-cooled walls of the pipe 58, not only cool the air passing through the pipe and the apertures 59, but also the surrounding air enclosed in the shield or deflector 61. By this mechanism, an even steady stream of cold air is forced against the sheet surface which drives a chill deep into the sheet structure.

Immediately above these air-coolers 61 are located a pair of heaters, which act to reheat the surface portions of the sheet, and relieve the excessive surface tension. These heaters, as here shown are simply a pair of gas-pipes 63, having a series of burner openings which direct a horizontal sheet of flame against the adjacent surface of the passing sheet. To modify and regulate the effect of these flames at different points across the sheet, shields or screens 64, (Figs. 14 and 15), may be used. Each of these screens comprises a supporting bar or frame 65, and a transverse series of refractory or heat-resisting panels 66, which have supporting stems 67 adjustably held in the frame 65. These panels may be dropped to the desired degree between the flames and the glass sheet, and act to deflect a large part of the heating flame away from the sheet and thus modify its effect thereon. If a less intense heat is desired at the center portion of the sheet, the panels toward the center will be adjusted lower so as to cut off a greater portion of the flames than those nearer the sheet edges.

The general effect of this successive heating and cooling treatment may be best described by referring to the diagram shown in Fig. 16. In this graphic illustration, the colder glass is indicated by longitudinal shade lines. The coolers 5 create a rather stiff tenacious surface layer 68 on the molten pool 2, and the meniscus 57, and it is from these surface layers that the sheet surfaces are drawn. In the zone between *a* and *b* the coolers 61 operate, and as shown at 69, a chill is driven deep into the sheet. In the zone between *b* and *c*, the surface reheaters 63 act upon the sheet, and the chill in the surfaces is partly removed. This relieves the surface tension, and the sheet structure now embodies the internal cool and tenacious portions 70, upon which the main tensional and stressing forces are now exerted, and outer softened and less tenacious skin portions. Perhaps a somewhat hotter central core 71 will still exist within the sheet. As the sheet rises beyond *c*, and gets out of the influence of the heaters 63, the surface portions will again be cooled by the surrounding atmosphere, and the entire sheet structure will attain a substantially uniform temperature condition as indicated at 72. Obviously, the different temperature areas with-

in the sheet are not as distinct as indicated in the diagram, but will blend into one another, but the object sought is to so treat the sheet in the zone from *a* to *c* that the sheet will emerge with the internal stresses balanced and stabilized. It is in this zone from *a* to *c* that the edge holding rollers are active and in this zone the greatest amount of lengthwise attenuation takes place. While the coolers 61 are acting on the sheet in zone *a*—*b*, the greatest stresses are set up in the sheet, and the greatest shrinkage tends to take place. At this time the sheet is securely held against lateral shrinkage by the edge rollers. In the zone *b*—*c*, the stresses are greatly relieved or modified, at least in the surfaces of the sheet, and by the time the sheet passes out of the sidewise stretching zone *a*—*c*, its temperature and general plastic consistency throughout its structure will be quite uniform, and it will be past that stage of temperatures when elasticity is pronounced, and it will be substantially fixed as to width. Any further contraction that may take place will be uniformly distributed throughout the sheet structure and will not wrinkle or disturb the smooth flat surface portions.

Claims:

1. In the art of drawing sheet glass from a mass of molten glass, the method of maintaining lateral tension in the sheet during the formative period, consisting in forming thickened edge portions on the sheet at the sheet source, gripping the thickened portions between rolling surfaces after they have passed beyond their place of formation and immediately adjacent thereto and holding the sheet against its tendency to contract.

2. In the art of drawing sheet glass from a mass of molten glass, the method of maintaining lateral or side tension on the sheet while in the formative period, consisting in forming thickened edge portions on the sheet at the sheet source, gripping these thickened portions at a series of adjacent points and holding the sheet against its tendency to contract.

3. In the art of drawing sheet glass from a mass of molten glass, the method of maintaining lateral or side tension on the sheet while in the formative period, consisting in forming thickened edge portions on the sheet at the sheet source, gripping these thickened portions at a series of adjacent points and holding the sheet against its tendency to contract, and simultaneously flattening out the thickened edge to approximately the normal thickness of the sheet.

4. The method of forming sheet glass, consisting in drawing the sheet from a source of molten glass, forming thickened edge portions or beads on the sheet at its source, grasping the thickened edges and holding the sheet against contraction at a series of adjacent points until the sheet becomes set, and simultaneously flattening out the thickened portions.

5. In the continuous drawing of sheet glass vertically, that procedure which consists in clutching the opposite edges of the sheet with horizontally movable and elastically adjusting stretching devices which at their respective contact points with the glass are so related therewith as to permit vertical movement of the said edges in the line of draw, in moving said devices in opposite directions on the horizontal plane while thus related to the edges of the vertically advancing sheet and stretching the same horizontally.

6. In the continuous drawing of sheet glass vertically, that procedure which consists in clutching the opposite edges of the sheet with horizontally movable and elastically adjusting stretching devices which at their respective contact points with the glass are so related therewith as to permit vertical movement of the said edges in the line of draw, in moving said devices in opposite directions on the horizontal plane and creating a live constant compensating cross tension through the sheet by elastic adjustment of the opposing clutching devices toward and from the same in conformity with the variables of material resistance of the glass under vertical drawing stress in the sheet area in transit between said devices.

7. That practice in the art of drawing sheet glass which consists in forming grooves in the border glass along the opposite edges of the sheet as it is being drawn, in engaging rolling edge-gripping means with said grooves as they are forming, in communicating stretching tension across that area of the sheet which in transit has its border portion progressively engaged with said rolling means and in simultaneously effecting this area of the glass by temperature treatment to secure a uniform plasticity therein as the transverse tension is relaxed.

8. That practice in the art of drawing sheet glass which consists in securing a hold on the plastic glass along the opposite borders of the sheet as it is being drawn with opposite sets of rotating devices which in succession are adapted first to groove in and then to flatten out the said borders of the glass as the sheet as a whole is advancing in the line of draw, in communicating widening stress to the sheet area extending between said devices and in acting on the glass while it is being thus drawn and tensioned to then and thereafter secure uniform and balanced temperature conditions throughout the thickness of the sheet.

9. In an apparatus for drawing sheet glass, mechanism for maintaining lateral or side tension on the sheet comprising means

adjacent the sheet source for forming thickened edges on the sheet, and rotary means for grasping these thickened edges after they have passed beyond the forming means and immediately adjacent thereto and resisting the tendency of the sheet to contract.

10. In an apparatus for drawing sheet glass, mechanism for maintaining lateral or side tension on the sheet comprising means adjacent the sheet source for forming thickened edges on the sheet, and pairs of rollers engaging these thickened edges after they have passed beyond the forming means and immediately adjacent thereto and holding the sheet against inward contracting while it is being pulled longitudinally between the rollers.

11. In an apparatus for drawing sheet glass, mechanism for maintaining lateral or side tension on the sheet comprising means for forming thickened edges on the sheet at the sheet source, and pairs of idler rollers engaging these thickened edges immediately adjacent the edge forming means and holding the sheet against inward contracting while it is being pulled longitudinally between the rollers.

12. In an apparatus for drawing sheet glass, mechanism for maintaining lateral or side tension on the sheet comprising a pair of driven rollers forming each sheet edge at the sheet source, and a pair of idler rollers engaging each sheet edge as formed by the driven rollers.

13. In an apparatus for drawing sheet glass, a container for a pool of molten glass from which the glass sheet is drawn, a pair of driven rollers engaging and forming each sheet edge, a bending member about which the formed sheet is deflected, and a pair of idler rollers gripping each sheet edge between the driven rollers and the bending member.

14. In an apparatus for drawing sheet glass, a container for a pool of molten glass from which the glass sheet is drawn, a pair of driven rollers engaging and forming each sheet edge, a bending member about which the formed sheet is deflected, and plurality of pairs of idler rollers gripping each sheet edge between the driven rollers and the bending member.

15. In an apparatus for drawing sheet glass, mechanism for maintaining lateral or side tension on the sheet, comprising means for forming thickened edges on the sheet at the sheet source, and means grasping these thickened edges at a series of adjacent points and resisting the tendency of the sheet to contract, these means also gradually ironing out the thickened edges as the sheet is drawn therethrough.

16. In an apparatus for drawing sheet glass, mechanism for maintaining lateral or side tension on the sheet, comprising means for forming thickened edges on the sheet at the sheet source, and pairs of rollers engaging these thickened edges and holding the sheet against inward contracting while it is being pulled longitudinally between the rollers, the sheet engaging faces of the successive pairs of rollers being positioned at varying angles to the plane of the sheet, to gradually flatten out the thickened edge.

17. An apparatus for drawing sheet glass, comprising means for drawing the sheet from a mass of molten glass, pairs of driven rollers positioned adjacent the sheet source and forming thickened edges on the glass sheet, and a series of pairs of gripping rollers engaging the thickened edges at successive points to resist the contraction of the sheet.

18. An apparatus for drawing sheet glass, comprising means for drawing the sheet from a mass of molten glass, pairs of driven rollers positioned adjacent the sheet source and forming thickened edges on the glass sheet, and a series of pairs of gripping rollers engaging the thickened edges at successive points to resist the contraction of the sheet, the sheet engaging faces of the successive pairs of gripping rollers being positioned at gradually diminishing angles to the plane of the sheet to gradually flatten out the thickened edge.

19. An apparatus for drawing sheet glass, comprising means for drawing the sheet from a mass of molten glass, pairs of driven rollers positioned adjacent the sheet source and forming thickened edges on the glass sheet, a series of pairs of gripping rollers engaging the thickened edges at successive points to resist the contraction of the sheet, and means for adjusting the position of the gripping rollers parallel to the plane of the sheet to vary the tension imparted to the sheet.

20. In the process of drawing sheet glass, the method of relieving internal stresses, consisting in locally cooling the drawn sheet near its source, immediately thereafter heating the sheet surfaces to relieve the surface tension, and simultaneously holding out the edges of the sheet to impart lateral tension to the sheet while it is setting.

21. A means for positively cooling a sheet of glass during the drawing process, comprising a water-jacketed supply pipe for air or other cooling fluid, the pipe being perforated at intervals to provide a series of air-jets, and a deflector partially enclosing the pipe to direct the fluid against the sheet surface.

22. Means for heating the surfaces of a drawn sheet of glass to relieve the surface tension, comprising burners directing a sheet of flame against the sheet surface as the

sheet is drawn past the burners, and a series of adjustable shields arranged between the burners and the sheet surfaces to modify the heating effect at different portions of the sheet area.

23. Means for heating the surfaces of a drawn sheet of glass to relieve the surface tension, comprising burners directing a sheet of flame against the sheet surface as the sheet is drawn past the burners, and a series of refractory shields suspended across the width of the sheet between the burners and the sheet surface, the shields being independently adjustable to modify the heating effect on different portions of the sheet area.

24. In an apparatus for drawing sheet glass, mechanism for maintaining lateral or side tension on the sheet, comprising means for forming thickened edges on the sheet, and pairs of yieldingly mounted rollers engaging these thickened edges and holding the sheet yieldingly against inward contracting while it is being pulled longitudinally between the rollers.

25. In an apparatus for drawing sheet glass, mechanism for maintaining lateral or side tension on the sheet comprising a series of pairs of yieldingly mounted rollers engaging the edges of the sheet and holding the sheet yieldingly against inward contraction while it is being pulled longitudinally between the rollers.

26. The combination with means for drawing sheet glass lengthwise, of devices for stretching the sheet laterally, the same comprising members resiliently sensitive and movable toward and from the edge portions of the sheet, rolling sheet-gripping elements mounted on the members and adapted to be rotated by the edge glass of the sheet as it is drawn, and means for adjusting the members to vary the amount of stretch which is to be given to the sheet laterally.

27. The combination with means for drawing sheet glass, of devices for stretching the sheet laterally, the same in duplicate comprising supporting mechanisms and rolling parts adapted to hold onto and to formatively act on the glass along the opposite edges of the sheet as it is drawn, and means connected with said mechanism for maintaining an adjustable elastic pull on the said rolling parts away from the line of advance of the edges of the sheet while the rolling parts are engaged with the edge glass.

Signed at Toledo, in the county of Lucas, and State of Ohio, this 5th day of July, 1922.

ENOCH T. FERNGREN.

MORNINGSIDE
A Questel Company

TRANSLATION CERTIFICATION

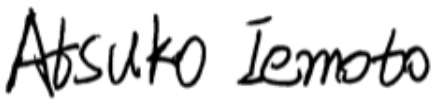
Date: May 19, 2025

To whom it may concern:

I, Atsuko Iemoto, a translator fluent in the English and Japanese 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:

- US1586618



Signature

Atsuko Iemoto

Print

E.T. ファーングレン

板ガラスの引き出し方法及び装置

1922 年 7 月 7 日特許第 1922 号　　図面 3 枚の内 第 1 図

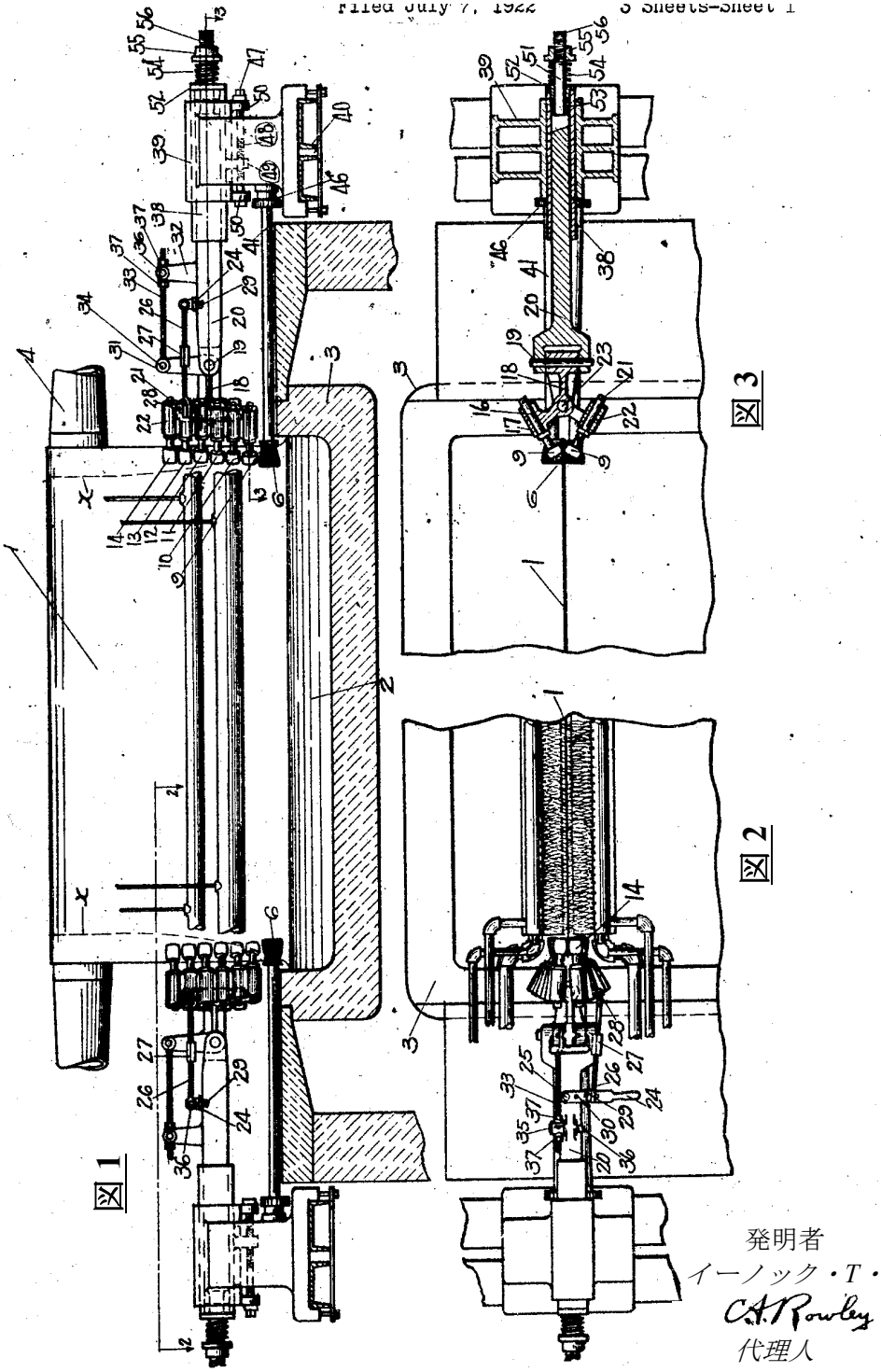


図 1

図 2

図 3

発明者

イーノック・T・

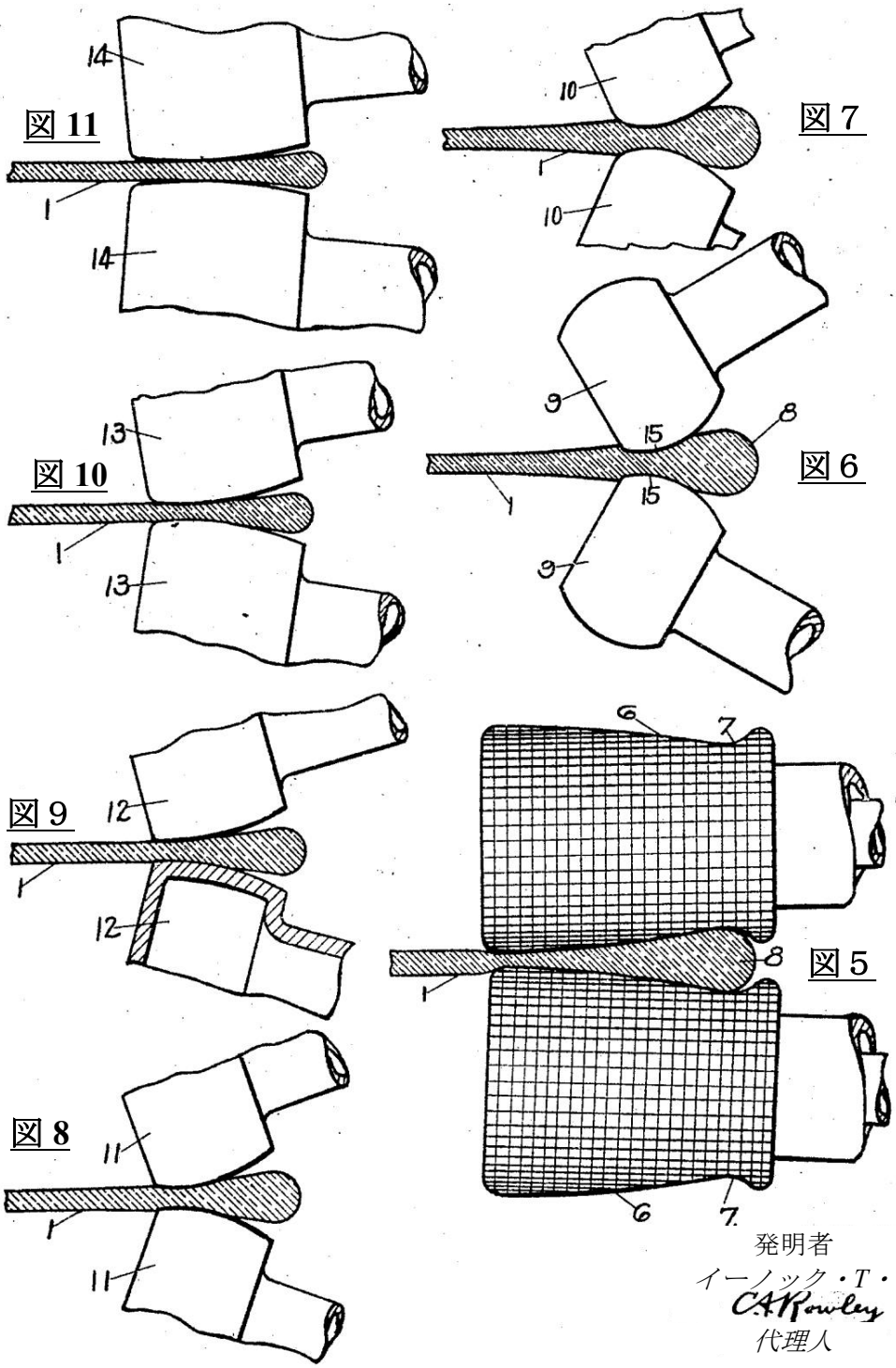
C.A. Rowley

代理人

E.T. ファーングレン

板ガラスの引き出し方法及び装置

1922 年 7 月 7 日特許第 1922 号　　図面 3 枚の内 第 1 図



発明者

イーノック・T・

C.A. Rowley

代理人

E.T. ファーングレン

板ガラスの引き出し方法及び装置

1922 年 7 月 7 日特許第 1922 号　　図面 3 枚の内 第 1 図

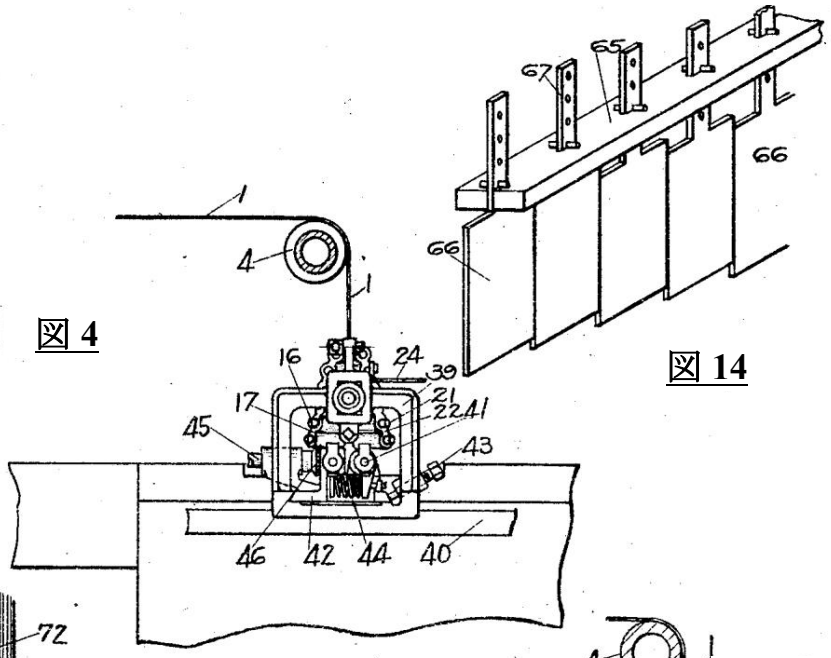


図 4

図 14

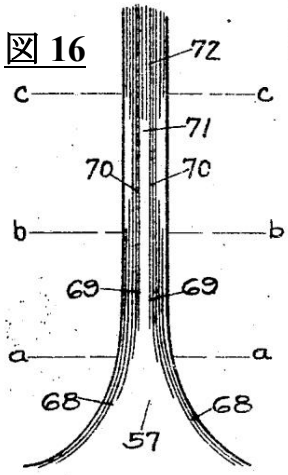


図 16

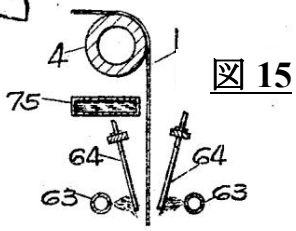


図 15

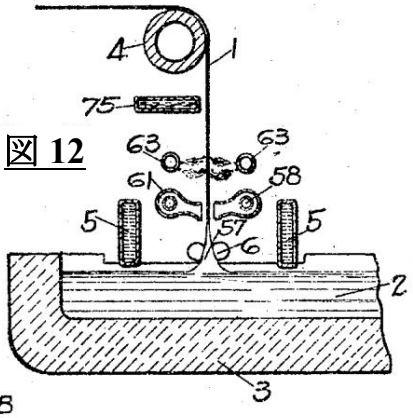


図 12

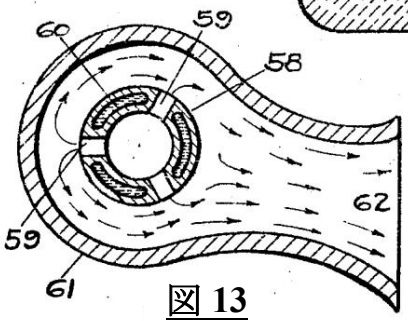


図 13

発明者

イーノック・T・ファ

C.A. Rowley

代理人

米国特許庁

オハイオ州トレドのイーノック・T・イーブングベン（譲渡人）は、オハイオ州法人である該オハイオ州トレドのリビー・オーウェンス・シート・グラス・カンパニー（被譲渡人）に権利を譲渡する。

【発明の名称】
板ガラスの引き出し方法及び装置

出願日、1922年7月7日出願番号、573,292

【技術分野】
本発明は、連続的な板ガラスを引き出す技術に関するものであり、より詳細には、板ガラスが長手方向に形成引張応力を受けている間に横方向または側方の応力を板ガラスに維持する方法及び装置に関する。さらに、この形成期間中に板ガラス構造内の応力を均一化しバランスをとるための温度処理方法及び手段も含む。【発明の概要】
本発明の最終的な目的は、滑らかで皺のない表面を有する平坦で均一な板ガラスを得ることにある。

本発明は、板ガラスを製造する特定のシステムに限定されるものではないが、1917年12月4日付でコルバーンに授与された特許第1,248,809号に記載された一般的なタイプの板ガラス引き出し装置に関連して説明される。該システムにおいては、連続的な板ガラスが溶融ガラス浴から上方に引き出され、その後、ある程度可塑性を保った状態（ただし最終的な板形状はほぼ固化した状態）で水平面に屈曲され、リーア（徐冷炉）へと移送される。当該技術分野で周知の通り、板ガラスが形成される期間中にその幅を維持するための何らかの手段を設けなければ、板ガラスは次第に狭まり、最終的には板状を保てなくなる。前述の特許プロセスでは、一対のノール付きローラが各板ガラスの供給源近傍で縁部を把持し、該ローラは板ガラスが上方に引き出される速度よりも低速で駆動される。該ローラは、板ガラスの縁部にガラスを供給する作用と、板ガラスの縁部を押さえつけてこれらの縁部に縦方向の張力を維持する作用の両方を有する。該ローラの上方では、冷却時の収縮及び縦方向応力下での板ガラスの減厚により、板ガラスはある程度狭まるが、最終的な板ガラスは一定かつ均一な幅と厚さを有して製造される。

本発明によれば、前述のノール付き縁部ローラは保持されるが、その表面形状が変更されており、板ガラスの縁部が縁部ビードまたは厚み増加部を有するように圧延される。該厚み増加部は、板ガラスの形成期間中、厚みを決定する減厚が生じている間に、一連の重ね合わされた遊動ローラ対によって把持され保持される。これらローラは板ガラスの横方向収縮を防止し、板ガラスに横方向の延伸または張力を付与する。同時に、該ビードまたは厚み増加部は、これらの把持ローラによって徐々に平坦化または均されるため、最終的な板ガラスの縁部は、元のコルバーンプロセスで得られるものとほぼ同じ比例を有する。該板ガラスは、その形成期間中及び最終的な板形状に固化するまで、実質的に一定の横方向及び縦方向応力下に維持される。これにより、やや幅広い板ガラスが製造可能となり、また、コード状欠陥や波状線条、ならびに厚さ不均一領域の形成が防止される。

該板ガラスが前述の引張応力を受ける間、同時に温度処理が施され、これは通常引き出し板ガラスに存在する高い表面張力を緩和し、板ガラス本体内部の応力を均一化する傾向がある。形成過程の板ガラスは連続的な冷却及び加熱処理を受け、最初に板ガラス本体に急冷が加えられた後、表面部分が再加熱されて過度の表面冷却が緩和される。

本発明は、前記の温度処理を実施するための改良された冷却手段及び加熱手段の形態も含む。

本発明のその他の目的及び利点は、以下に示す装置の一実施形態の詳細な説明から明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【図１】図1は、垂直方向に上昇する板ガラスの正面図を示す立面図であり、幅維持用ローラが該板ガラスの縁部に作用している状態を表している。明確にするため、この図面では冷却機構及び加熱機構の一部が省略表示されている。溶融ガラスを収容する引き出しポットは、横断垂直断面で示されている。

【図２】図2は、図1の線2-2に沿った実質的な水平断面図である。

【図3】図3は、図1の線3-2に沿った実質的な水平断面図である。

【図４】図4は、幅維持ユニットの1つの側面図である。

【図５】図5は、板ガラスの縁部を形成するノール付き縁部ローラ1対の詳細平面図である。

【図６－１１】図6から図11までは、一連の縁部保持ローラ対を上昇順に示した同様の図である。

【図１２】図12は、板ガラス引き出し装置全体の縦断断面図であり、いくつかの温度制御ユニットをやや図式的に示している。

【図１３】図13は、改良された冷却ユニットの1つの拡大断面図である。

【図１４】図14は、表面加熱器の作用を制御するために使用されるシールドの一部の拡大斜視図である。

【図１５】図15は、これらのシールドの動作を説明する詳細断面図である。

【図１６】図16は、形成期間中の板ガラスの断面を図式的に示したもので、熱処理の効果を説明するものである。

【発明を実施するための形態】
まず特に図1から図16を参照する。図1から図4及び図12において、板ガラス1は該ポット3内の溶融ガラス2から上方に引き出され、なお幾分可塑状態を保ちつつ該屈曲ローラ4上で横方向に屈曲され、その後適切な平坦化機構

を介して水平方向に移送されリーアへと送られる。図 12 の符号 5 は、冷却器（好ましくは水または他の冷却流体を含むタイプ）を示しており、これらは溶融ガラス 2 上により硬く粘着性のある表面層を形成するとともに、供給源近傍の板ガラス表面を冷却する作用を有する。この作用により、板ガラスの引き出し速度を向上させることが可能となる。明確化のため、図 1 から図 4 では該冷却器 5 は省略表示されているが、これらはこの種の機械において従来から知られているものである。ここに示されているように該ローラ 4 上で横方向に屈曲させる代わりに、板ガラス 1 を連続的に上方に引き出すことも可能であることを理解すべきである。本発明は、板ガラスの形成期間中のものに関係し、板ガラスに縦方向の引張力を与えるための特定の機構、または完成した板ガラスの取り扱い及び処理に関するものではない。

コルバーン式機械（及び本装置の改良形態）では、板ガラスの各縁部の供給源付近に一対の縁部成形用ローラ 6 が配置されている。該ローラは、板ガラスが引き出される速度よりも低速で駆動され、これによりガラスを板ガラスの縁部に供給するとともに、該ローラと屈曲ローラ 4 との間の板ガラス縁部に抵抗または張力を生じさせる。これにより、板ガラスの幅を実質的に維持しつつ、プロセスを連続的に進行させることが可能となる。水または他の冷却流体が該ローラ 6 を循環し、高温下での金属ローラの保護に作用するとともに、これらと接触する板ガラス縁部を冷却し、より粘着性があり硬い縁部を形成する。しかしながら、板ガラスは縁部成形用ローラを離れた後も初期の幅を完全に維持するわけではなく、図 1 の破線 æ で示されているように、板ガラスの減厚及び冷却時の収縮により幾分狭まる。これから説明する板ガラス縁部保持機構の目的は、板ガラスの形成期間中にその初期幅を実質的に維持するよう弾性的に保持し、これにより板ガラスに横方向の延伸または張力を付与し、波形またはうねりの形成を回避するとともに、板ガラス表面の品質と平滑性を向上させることにある。

本装置においては、縁部成形用ローラ 6 が保持されており、前述の装置とほぼ同様に機能する。ただし、該ローラの表面形状は若干変更されている。該ローラはもはや真の円筒形ではなく、後端 7 付近で直径が小さくなるようにテーパー加工されており、この部分で一対のローラ間にボイド溝を形成する。これにより、板ガラスの縁部にビードまたは厚み増加部 8 が圧延される。この厚み増加した縁部を、後述する把持ローラ対が把持することで、板ガラスの幅を維持する。

板ガラスの両側に配置された幅維持機構は実質的に同一であるため、一方の説明で両方を代表させる。縁部保持ローラ 6 の上方には（後述するように設置された）、厚み増加縁部 8 を把持し板ガラスを実質的に初期幅に保持する一連の重ね合わされた縁部保持ローラ対が配置されている。本実施例で示す装置では、それぞれ 9、10、11、12、13 及び 14 と番号付けられた 6 対のこれらのローラを使用している。第 1 のローラ対 9（図 6）は厚み増加縁部 8 に食い込み、溝 15 を形成する。溝後方の厚み増加部 8 はくさびとして機能し、板ガラスがローラ間から引き抜けるのを防止する。続くローラ対 10〜14（図 7〜11）は溝 15 に係合し、板ガラスの幅を保持するとともに、厚み増加縁部 8 を徐々に平坦化する機能を有する。これにより、板ガラスは最終ローラ対 14 を離れる際、縁部厚みが板ガラス本体と実質的に同等となる。この状態は、板ガラスを該屈曲ローラ 4 周りで屈曲させる際や、平坦化及び焼鈍機構における板ガラスの取り扱いを容易にするため望ましい。該厚み増加縁部を平坦化するこのステップは、連続するローラ対の軸を板ガラスの平面に対して次第に減少する角度で配置するか、または一連のローラ表面の輪郭を変化させることによって達成可能である。ここに示す装置の好適な形態では、図 6 から図 11 に最も明確に示されているように、両方の方法が組み合わされている。これらのローラは、板ガラスが半可塑状態を保ち、かつ板ガラスに割れを生じさせる危険なく平坦化ステップを施すことが可能な領域を通過する間に作用する。板ガラスが最上部のローラ対 14 を通過すると、その温度状態及び内部応力は既に変化しており、それ以上の収縮が生じる傾向はほとんどない。

板ガラス縁部の片側に配置された一連のローラのピントル 16 は、ブラケットアーム 17 内の軸受に支持されている。該ブラケットアーム 17 は支持部材 18 の固定延長部であり、該支持部材 18 は主キャリア部材 20 内で 19 を支点として垂直面内で揺動可能である。板ガラス縁部の反対側に配置された一連のローラのピントル 21 は、ブラケットアーム 22 内の軸受に支持されており、該ブラケットアーム 22 は支持部材 18 内で 23 を支点として回動可能である。通常の作動位置では、ブラケットアーム 17 及び 22、並びにそれらに支持されたローラは、板ガラス縁部の両側に対称的な角度で配置される。ただしブラケット 22 は、板ガラス平面から離れる方向に揺動可能であり、板ガラスがベイトによって引き上げられ、把持ローラの通常作動位置間に引き込まれる必要がある起動操作を容易にする。操作レバー24 はキャリア 20 上で 25 を支点として回動可能であり、長さ調整可能なロッド 26（タンバックル 27 による）が該レバーとブラケットアーム 22 を連結する。ロッド 26 は、一端がブラケットアーム 22 の 28 で回動可能に連結され、他端がレバー24 内で垂直に軸受支持されたピン 29 に回動可能に連結されている。レバー24 を操作することにより、ブラケットアーム 22 及びそれに支持された一連のローラを、板ガラス縁部 8 との係合状態または非係合状態に切り替えることができる。各部品は、レバー24 とキャリア 20 の対応する穴に挿入される取り外し可能なボルトまたはペグ 30 によって、通常の作動位置に保持される。

回動可能な支持部材 18 には上方に延びるアーム 31 が設けられており、同様にキャリア 20 からはアーム 32 が上方に突出している。ロッド 33 は一端がアーム 31 の 34 で回動可能に連結され、他端はアーム 32 に水平方向に回動可能に支持されたピン 36 の拡大端部 35 の開口部を自由に通過する。調整ナット 37 は、部材 35 の両側でロッド 33 のねじ部に係合する。これらの調整ナットを適切に操作することにより、支持部材 18 を支点 19 を中心に回動させることができ、縁部保持ローラの垂直方向からの傾斜角度を所望の状態に調整可能である。このようにして、これらの保持ローラによって板ガラス縁部が強制的にたどる経路を変化させることで、溶融源 2 周辺の様々な高さにおいて板ガラスに適切な張力度を与えることができる。

回転運動を防止するため非円形断面を有するキャリア 20 の外部部分は、ブロック 38 内に摺動可能に設置されており、該ブロック 38 は主支持部材 39 内で摺動可能に設置されている。支持部材 39 は、機械側面のビーム 40 に適切な方法で固定される。支持部材 39 は、ノール付き縁部成形ローラ 6 の支持及び駆動機構も保持することができる。該機構は、現在コルバーン式機械で使用されているものと実質的に同じ形態であり、既に言及したコルバーンの特許第 1,248,809 号で具体的に説明されているため、詳

細な説明は不要である。該機構は、ローラ 6 の支持及び駆動軸 41 を含み、冷却流体がこれらの軸を循環する。これらの軸は、そのうちの 1 つがベース 42 上で回動可能に設置されており、該ベース 42 は止めねじ 43 によって支持部材 39 内で調整可能に保持されている。回動支持されたローラは、バネ 44 によって板ガラスに対して弾性的に押し付けられる。該ローラは、シャフト 45 からギアリング 46 を介して駆動される。

ブロック 38 は、調整ボルト 47 によって支持部材 39 内で調整位置に固定されており、該ボルトのねじ部 48 はブロック 38 から下方に延びるねじ付きラグ 49 と噛み合い、ボルト端部は支持部材 39 のラグ 50 内で軸方向移動は拘束されるが自由に回転可能である。ボルト 47 を回転させることで、縁部保持ローラを板ガラス 1 の平面に平行に内外方向に調整できる。

キャリア 20 の細径端部 51 は、ブロック 38 端部にねじ込まれたプラグ 52 を貫通して延びている。圧縮バネ 53 は端部 51 を囲み、キャリア 20 の端部とプラグ 52 の間に配置され、キャリア 20 の外側方向への移動を弾性的に制限する。第 2 の圧縮バネ 54 は部材 51 を囲み、プラグ 52 と部材 51 のねじ端部 56 に取り付けられた調整ナット 55 の間に配置される。バネ 54 はナット 55 によって適切な初期張力が与えられ、板ガラス 1 が収縮または減厚する傾向にある際の内向きの引張りによって、バネ 54 はがさらに圧縮される。このように圧縮されたバネは、板ガラス 1 が引き出される際に、常に弾性的な外側方向の引張りまたは張力を及ぼす。

本装置を設置する際、まず縁部成形ローラ 6 の支持ベース 42 を主支持体 39 内で調整し、所望の板幅に対して縁部成形ローラが適切に配置されるようにする。次に、ボルト 47 を用いて縁部保持ローラの対応する通常の内側位置を調整し、一連のローラの適切な傾斜は調整ナット 37 によって得られる。調整ナット 55 によって、板ガラスに加えるべき所望の張力が得られる。これらの調整が適切に行われれば、本装置はほとんど手間をかけずに作動する。

作動時には、この種の機械で通常行われるように、ベイトを用いて板ガラスの引き出しを開始する。まず縁部成形ローラ 6 を板ガラス基部で位置決めし、その後縁部保持ローラを厚みを増した板縁部 8 に固定する。最初のローラ対 9 は可塑性ガラスに深く食い込み溝 15 を形成し、その上方の連続するローラ対はこれらの溝に係合するとともに、溝後方のガラスビードを平坦化する。これらのローラは全て遊動ローラであり、軸受内で自由に回転するため、板ガラス縁部の通常の縦方向減厚に対してほとんど抵抗を示さない。板ガラスの長手方向の引き出しと延伸は、横方向延伸ローラを使用しない場合とほぼ同様に行われる。これら 2 つの張力及び延伸力が、板ガラスの可塑領域において互いに直角方向に同時に作用するため、板ガラスが収縮したり波状その他の不規則形状を形成する余地がなくなる。

ここで特に図 12 から図 16 を参照し、この形成期間中に板ガラスに温度処理を施す手段について説明する。既に述べたように、冷却器 5 はプール 2 上により粘着性の高い表面ガラスを形成し、供給源における板ガラス 1 を硬化させるために使用される。冷却器 75 は、板ガラスの下面と屈曲ローラ 4 が互いに接触する直前に、これらを冷却するためにも設置可能である。これらの冷却器は、前述のコルバーン特許に開示されている本装置の構成要素の全てである。

上述のシステムでは、最初に板ガラスの表面部分のみが冷却され、より高温のコアを有する状態で板ガラスが引き出されるため、この高温コアはその後の冷却・焼鈍ステップで徐々に冷却される必要がある。この高温で粘着性の低いガラスは後方に引きずられる傾向があり、より低温で粘着性の高い表面ガラスほど均一かつ安定して引き上げられない。これに加え、冷却された表面と高温の内部との間に生じる不均一な応力が、板ガラス構造内部で生じる様々な応力を安定化させようとする際に、板ガラス表面に波形やうねりを生じさせる傾向がある。

本システムでは、いわゆるメニスカスまたは板ガラスが引き出されるガラス体 57 の直上で板ガラスを局所的に冷却するため、追加の冷却器対が採用されている。これらの冷却器は、板ガラス構造に積極的に急冷を加えるタイプが好ましい。本明細書に示す改良型冷却器（図 13）では、水ジャケット付きパイプ 58 が機械を横断して水平に延びており、板ガラス表面に平行かつ近接して配置されている。加圧空気が該パイプを通って強制的に送り込まれ、パイプ壁に間隔を置いて配置された一連の開口部 59 から排出される。冷水がパイプ 58 の中空壁内の通路 60 を循環する。板ガラス表面近くに配置された方向付けスロット 62 を有する囲いシールドまたは偏向板 61 が、パイプ 58 を囲んでいる。開口部 59 から排出された空気は、シールドから（矢印で示されているように）、板ガラスの隣接する表面に対して均一な水平流として放出される。パイプ 58 の水冷壁は、パイプ及び開口部 59 を通る空気を冷却するだけでなく、シールドまたは偏向板 61 に囲まれた周囲の空気も冷却する。この機構により、板ガラス表面に対して均一で安定した冷気流が強制的に吹き付けられ、板ガラス構造の深部まで急冷が加えられる。

これらの空冷式冷却器 61 の直上には、板ガラスの表面部分を再加熱し、過剰な表面張力を緩和するための一対の加熱器が配置されている。ここに示すように、これらの加熱器は単純なガスパイプ 63 から成り、一連のバーナー開口部を備えており、通過する板ガラスの隣接する表面に対して水平な炎のシートを噴射する。板ガラス幅方向の異なる位置におけるこれらの炎の効果を調整・制御するため、シールドまたはスクリーン 64（図 14 及び図 15）が使用される場合がある。各スクリーンは、支持棒またはフレーム 65 と、耐火性または耐熱性パネル 66 の横方向配列から構成され、これらのパネルは調整可能な支持ステム 67 によってフレーム 65 に保持されている。これらのパネルは、炎と板ガラスの間に所望の高さまで降ろすことができ、加熱炎の大部分を板ガラスから逸らすことで、その加熱効果を調節する作用を有する。板ガラスの中央部分でより弱い加熱が求められる場合、縁部に近いパネルよりも中央寄りのパネルを低く調整することで、炎のより大きな部分を遮断する。

この連続的な加熱・冷却処理の全体的な効果は、図 16 に示す図を参照することで最もよく説明できる。この図解において、より低温のガラスは縦方向の陰影線で示されている。冷却器 5 は、溶融プール 2 及びメニスカス 57 上に硬く粘着性の高い表面層 68 を形成し、板ガラス表面はこれらの表面層から引き出される。a と b の間の領域では冷却器 61 が作動し、69 に示すように、急冷が板ガラス深部まで加えられる。b と c の間の領域では、表面再加熱器 63 が板ガラスに作用し、表面の急冷が部分的に除去される。これにより表面張力が緩和され、板ガラス構造には主な引張力と応力が作用する内部の冷却された粘着性部分 70 と、外側の軟化した粘着性の低い表皮部分が形成さ

れる。おそらく、若干高温の中心部コア 71 が板ガラス内部に残存するであろう。板ガラスが c 点を超えて上昇し、加熱器 63 の影響範囲から外れると、表面部分は再び周囲の大気によって冷却され、72 に示すように板ガラス構造全体が実質的に均一な温度状態に達する。明らかに、板ガラス内部の異なる温度領域は図に示すほど明確ではなく、互いに混ざり合うが、求める目的は a から c の領域で板ガラスを処理し、内部応力が均衡・安定化した状態で板ガラスが現れるようにすることである。a から c のこの領域こそ、縁部保持ローラが作動し、長手方向の減厚が最も大きく生じる領域である。冷却器 61 が a-b 領域で板ガラスに作用している間、板ガラス内には最大の応力が生じ、最大の収縮が起こる傾向がある。この時、板ガラスは縁部ローラによって横方向の収縮に対して確実に保持される。b-c 領域では、少なくとも板ガラス表面では応力が大幅に緩和または調整され、板ガラスが横方向延伸領域 a-c を通過する時点では、構造全体の温度と一般的な可塑性がかなり均一になり、弾性が顕著な温度段階を過ぎ、幅が実質的に固定される。その後生じる可能性のあるさらなる収縮は、板ガラス構造全体に均一に分布し、滑らかで平坦な表面部分に皺や乱れを生じさせることはない。

【書類名】特許請求の範囲

【請求項 1】　溶融ガラスの塊から板ガラスを引き出す技術において、前記板ガラスが形成される期間中に前記板ガラスに横方向の張力を維持する方法であって、

前記板ガラスの供給源において前記板ガラスに厚みを増した縁部を形成し、

前記厚みを増した縁部がその形成位置を越えかつその直近を通過した後、前記厚みを増した縁部を回転面の間で把持し、

前記板ガラスが収縮する傾向に対して前記板ガラスを保持することを含む、方法。

【請求項 2】　前記溶融ガラスの塊から板ガラスを引き出す技術において、前記板ガラスが形成される期間中に前記板ガラスに横方向または側方の張力を維持する方法であって、

前記板ガラスの供給源において前記板ガラスに厚みを増した縁部を形成し、

前記厚みを増した縁部を一連の隣接する点で把持し、

前記板ガラスが収縮する傾向に対して前記板ガラスを保持することを含む、方法。

【請求項 3】　前記溶融ガラスの塊から板ガラスを引き出す技術において、前記板ガラスが形成される期間中に前記板ガラスに横方向または側方の張力を維持する方法であって、

前記板ガラスの供給源において前記板ガラスに厚みを増した縁部を形成し、

前記厚みを増した縁部を一連の隣接する点で把持し、

前記板ガラスが収縮する傾向に対して前記板ガラスを保持するとともに、

前記厚みを増した縁部を前記板ガラスの通常の厚みにほぼ平坦化することを含む、方法。

【請求項 4】　前記板ガラスを形成する方法であって、

溶融ガラスの供給源から前記板ガラスを引き出し、

前記供給源において前記板ガラスに厚みを増した縁部またはビードを形成し、

前記厚みを増した縁部を把持し、

前記板ガラスが固化するまで一連の隣接する点において前記板ガラスの収縮を抑制し、

同時に前記厚みを増した部分を平坦化することを含む、方法。

【請求項 5】　前記板ガラスを垂直方向に連続的に引き出すステップにおいて、

前記板ガラスの対向する縁部を、水平方向に移動可能かつ弾性的に調整可能な延伸装置で把持し、

前記延伸装置が前記ガラスとの各接触点において、前記縁部が引き出し方向に沿って垂直移動することを可能にするように関連付け、

前記垂直方向に進行する板ガラスの縁部と前記関連付けを維持しながら前記延伸装置を水平面上で互いに反対方向に移動させ、

前記板ガラスを水平方向に延伸することを含む、方法。

【請求項 6】　前記板ガラスを垂直方向に連続的に引き出すステップにおいて、

前記板ガラスの対向する縁部を、水平方向に移動可能かつ弾性的に調整可能な延伸装置で把持し、

前記延伸装置が前記ガラスとの各接触点において、前記縁部が引き出し方向に沿って垂直移動することを可能にするように関連付け、

前記延伸装置を水平面上で互いに反対方向に移動させ、

前記延伸装置間を通過中の前記板ガラス領域において垂直方向の引張応力下での前記ガラスの材料抵抗の変動に応じて、

前記対向する把持装置を前記板ガラスに対して接近または離反させる弾性調整により、

前記板ガラス全体にわたって動的で一定の補償的な横方向張力を発生させることを含む、方法。

【請求項 7】　前記板ガラスを引き出す技術における方法であって、

前記板ガラスが引き出される際に、前記板ガラスの対向する縁部に沿って境界ガラスに溝を形成し、

前記溝が形成されると同時に、前記溝に回転式縁把持手段を係合させ、

前記回転手段と漸進的に係合する境界部分を有する輸送

中の前記板ガラスの領域に横方向張力を伝達し、

前記横方向張力が緩和されると同時に、前記ガラスの当該領域に温度処理を施して均一な可塑性を確保することを含む、方法。

【請求項 8】　前記板ガラスを引き出す技術における方法であって、

前記板ガラスが引き出される際に、前記板ガラスの対向する境界に沿って可塑状態のガラスを把持し、

前記板ガラス全体が引き出し方向に進行するにつれて、前記ガラスの前記境界を最初に溝入れし、その後平坦化するように順次適応する対向する回転装置群を使用し、

前記装置間の前記板ガラス領域に拡幅応力を伝達し、

前記板ガラスがこのように引き出され張力をかけられている間に作用を及ぼし、

その後、前記板ガラスの厚さ全体にわたって均一かつバランスの取れた温度条件を確保することを含む方法。

【請求項 9】　前記板ガラスを引き出す装置において、前記板ガラスに横方向または側方の張力を維持する機構であって、

前記板ガラスの供給源近傍に配置され、前記板ガラスに厚みを増した縁部を形成する手段と、

前記厚みを増した縁部が前記形成手段を通過した直後にこれらを把持し、前記板ガラスの収縮傾向を抑制する回転手段と

を含む、機構。

【請求項 10】　前記板ガラスを引き出す装置において、前記板ガラスに横方向または側方の張力を維持する機構であって、

前記板ガラスの供給源近傍に配置され、前記板ガラスに厚みを増した縁部を形成する手段と、

前記厚みを増した縁部が前記形成手段を通過した直後にこれらを噛み合い、前記板ガラスが前記ロール間を縦方向に引き出される間に内向きの収縮に対して前記板ガラスを保持する一対のロールと

を含む、機構。

【請求項 11】　前記板ガラスを引き出す装置において、前記板ガラスに横方向または側方の張力を維持する機構であって、

前記板ガラスの供給源において前記板ガラスに厚みを増した縁部を形成する手段と、

前記縁部形成手段の直近で前記厚みを増した縁部を噛み合い、前記板ガラスが前記ロール間を縦方向に引き出される間に内向きの収縮に対して前記板ガラスを保持する一対の遊動ロールと

を含む、機構。

【請求項 12】　前記板ガラスを引き出す装置において、前記板ガラスに横方向または側方の張力を維持する機構であって、

前記板ガラスの供給源において各板ガラス縁部を形成する一対の駆動ロールと、

前記駆動ロールによって形成された各板ガラス縁部を噛み合う一対の遊動ロールと

を含む、機構。

【請求項 13】　前記板ガラスを引き出す装置において、

前記板ガラスが引き出される溶融ガラスのプールを収容する容器と、

各板ガラス縁部を噛み合い形成する一対の駆動ロールと、

形成された板ガラスが屈曲される屈曲部材と、

前記駆動ロールと前記屈曲部材との間で各板ガラス縁部を把持する一対の遊動ロールと

を含む、装置。

【請求項 14】　前記板ガラスを引き出す装置において、

前記板ガラスが引き出される溶融ガラスのプールを収容する容器と、

各板ガラス縁部を噛み合い形成する一対の駆動ロールと、

形成された板ガラスが屈曲される屈曲部材と、

前記駆動ロールと前記屈曲部材との間で各板ガラス縁部を把持する複数対の遊動ロールと

を含む、装置。

【請求項 15】　前記板ガラスを引き出す装置において、前記板ガラスに横方向または側方の張力を維持する機構であって、

前記板ガラスの供給源において前記板ガラスに厚みを増した縁部を形成する手段と、

一連の隣接する点で前記厚みを増した縁部を把持し、前記板ガラスの収縮傾向を抑制する手段とを含み、

前記手段は、前記板ガラスが通過するにつれて前記厚みを増した縁部を徐々に平坦化する、機構。

【請求項 16】　前記板ガラスを引き出す装置において、前記板ガラスに横方向または側方の張力を維持する機構であって、

前記板ガラスの供給源において前記板ガラスに厚みを増した縁部を形成する手段と、

前記厚みを増した縁部を噛み合い、前記板ガラスが前記ロール間を縦方向に引き出される間に内向きの収縮に対して前記板ガラスを保持する複数対のロールとを含み、

連続する前記ロール対の前記板ガラスと接触する面が、前

記板ガラスの平面に対して異なる角度に配置され、前記厚みを増した縁部を徐々に平坦化する、機構。

【請求項 17】　板ガラスを引き出す装置であって、

前記溶融ガラスの塊から前記板ガラスを引き出す手段と、

前記板ガラスの供給源の近傍に配置され、前記板ガラスに厚みを増した縁部を形成する複数対の駆動ロールと、

連続する点において前記厚みを増した縁部を噛み合い、前記板ガラスの収縮を抑制する一連の把持ロール対と

を含む、装置。

【請求項 18】　板ガラスを引き出す装置であって、

前記溶融ガラスの塊から前記板ガラスを引き出す手段と、

前記板ガラスの供給源の近傍に配置され、前記板ガラスに厚みを増した縁部を形成する複数対の駆動ロールと、

連続する点において前記厚みを増した縁部を噛み合い、前記板ガラスの収縮を抑制する一連の把持ロール対とを含み、

前記連続する把持ロール対の前記板ガラスと接触する面が、前記板ガラスの平面に対して徐々に減少する角度に配置され、前記厚みを増した縁部を徐々に平坦化する、装置。

【請求項 19】　板ガラスを引き出す装置であって、

前記溶融ガラスの塊から前記板ガラスを引き出す手段と、

前記板ガラスの供給源の近傍に配置され、前記板ガラスに厚みを増した縁部を形成する複数対の駆動ロールと、

連続する点において前記厚みを増した縁部を噛み合い、前記板ガラスの収縮を抑制する一連の把持ロール対と、

前記板ガラスの平面に対して平行に前記把持ロールの位置を調整し、前記板ガラスに加える張力を変化させる手段と

を含む、装置。

【請求項 20】　板ガラスを引き出すステップにおいて、内部応力を緩和する方法であって、

引き出された前記板ガラスをその供給源近傍で局所的に冷却し、

直ちにその後前記板ガラス表面を加熱して表面張力を緩和するとともに、

前記板ガラスが固化する間にその縁部を保持して前記板ガラスに横方向張力を加えること

を含む、方法。

【請求項 21】　板ガラス引き出しステップ中に板ガラスを積極的に冷却する手段であって、

空気または他の冷却流体用の水ジャケット付き供給管と、

前記供給管が間隔を置いて穿孔され、一連のエアジェットを形成し、

前記供給管を部分的に囲む偏向板が前記流体を板ガラス表面に向けて導くこと

を含む、手段。

【請求項 22】　引き出された板ガラスの表面を加熱して表面張力を緩和する手段であって、

前記板ガラスがバーナーを通過する際に板ガラス表面に向けて炎のシートを噴射するバーナーと、

前記バーナーと板ガラス表面との間に配置され、板ガラス領域の異なる部分での加熱効果を調整する一連の調整可能なシールドと

を含む、手段。

【請求項 23】　引き出された板ガラスの表面を加熱して表面張力を緩和する手段であって、

前記板ガラスがバーナーを通過する際に板ガラス表面に向けて炎のシートを噴射するバーナーと、

前記バーナーと板ガラス表面との間に板ガラス幅方向にわたって懸架され、板ガラス領域の異なる部分への加熱効果を調整するため独立して調整可能な一連の耐火性シールドと

を含む、手段。

【請求項 24】　板ガラスを引き出す装置において、前記板ガラスに横方向または側方の張力を維持する機構であって、

前記板ガラスに厚みを増した縁部を形成する手段と、

前記厚みを増した縁部を噛み合い、前記板ガラスが前記ロール間を縦方向に引き出される間に弾性的に内向きの収縮に対して前記板ガラスを保持する弾性支持された一対のロールと

を含む、機構。

【請求項 25】　板ガラスを引き出す装置において、前記板ガラスに横方向または側方の張力を維持する機構であって、

前記板ガラスの縁部を噛み合い、前記板ガラスが前記ロール間を縦方向に引き出される間に弾性的に内向きの収縮に対して前記板ガラスを保持する一連の弾性支持されたロール対と

を含む、機構。

【請求項 26】　板ガラスを長手方向に引き出す手段と組み合わされた、前記板ガラスを横方向に延伸する装置であって、

前記板ガラスの縁部に対して弾性的に感応し、接近または離反可能な部材と、

前記部材に取り付けられ、前記板ガラスが引き出される際に前記板ガラスの縁部ガラスによって回転される回転式板把持要素と、

前記部材を調整して前記板ガラスに与える横方向の延伸量を変化させる手段と

を含む、装置。

【請求項 27】　板ガラスを引き出す手段と組み合わされた、前記板ガラスを横方向に延伸する装置であって、

前記板ガラスが引き出される際に、前記板ガラスの対向する縁部に沿ってガラスを把持し形成作用を及ぼすように適合された支持機構及び回転部品を二重に備え、

前記回転部品が縁部ガラスと係合している間、前記板ガラスの縁部の進行方向から離れる方向に前記回転部品に対して調整可能な弾性的引力を維持する手段が前記機構に接続されている、装置。

1922 年 7 月 5 日、オハイオ州ルーカス郡トレド市にて署名

イーノック・T・ファーングレン