

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 80 20395

(54) Procédé et dispositif de façonnage de feuilles de verre à l'aide de moules de formes différentes.

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). C 03 B 23/035.

(22) Date de dépôt..... 23 septembre 1980.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : *EUA, 25 septembre 1979, n° 78,626.*

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 13 du 27-3-1981.

(71) Déposant : Société dite : PPG INDUSTRIES, INC., résidant aux EUA.

(72) Invention de : Robert George Frank.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Office Blétry,
2, bd de Strasbourg, 75010 Paris.

La présente invention concerne le façonnage et le refroidissement de feuilles de verre, en particulier la production à grande vitesse de feuilles de verre cintrées qui sont durcies par trempe à l'air, et plus particulièrement le façonnage et
5 le traitement thermique de feuilles de verre relativement minces.

Les feuilles de verre profilées sont largement utilisées comme glaces latérales dans des véhicules tels qu'automobiles ou similaires et pour répondre aux exigences des applications
10 de ce genre, des feuilles de verre plat doivent être mises en forme suivant des courbures définies avec précision, dictées par la forme et le galbe des cadres qui délimitent les ouvertures de fenêtre dans lesquelles les glaces latérales sont posées. Il importe également que les glaces latérales satisfas-
15 sent des exigences optiques rigoureuses et qu'elles soient dépourvues de défauts optiques qui auraient tendance à nuire à une vision nette à travers elles dans le champ qu'elles définissent. Lors de la fabrication, les feuilles de verre destinées à être utilisées comme glaces profilées dans des véhicules sont
20 soumises à un traitement thermique visant à tremper le verre pour le rendre plus solide et accroître la résistance de la glace profilée aux dégâts résultant des chocs. Outre qu'elle accroît la résistance d'une feuille de verre à la rupture, la trempe a aussi pour effet qu'une feuille de verre se brise en
25 fragments relativement petits, à surfaces relativement lisses, qui sont moins dangereux que les fragments relativement grands et à bords dentelés qui résultent du bris plus fréquent du verre non trempé.

La production industrielle de feuilles de verre profilées

pour de telles applications comprend ordinairement les opérations consistant à chauffer les feuilles plates au point de ramollissement du verre, à donner aux feuilles chauffées la courbure voulue, puis à refroidir les feuilles cintrées, de manière contrôlée, à une température inférieure à la gamme de recuit du verre. Pendant ce traitement, la feuille de verre est entraînée le long d'un trajet pratiquement horizontal qui passe à travers un four du type tunnel, où la feuille de verre fait partie d'une série de feuilles qui sont chauffées à la température de déformation du verre, pour aboutir dans un poste de façonnage où chaque feuille de verre est transférée tour à tour sur un dispositif élévateur qui la soulève au contact d'un moule de formage sous vide. Le moule de formage sous vide maintient la feuille façonnée par aspiration, tandis que l'organe élévateur retourne au-dessous du trajet pratiquement horizontal. A peu près en même temps, un cadre de transfert et de trempe, dont le profil correspond à celui de la feuille de verre un peu en dedans de son périmètre, est déplacé vers l'amont jusqu'à une position au-dessous du moule de formage sous vide et au-dessus de l'organe élévateur. Par suppression du vide, la feuille de verre façonnée est déposée sur le cadre de trempe.

Dans les installations de l'état antérieur de la technique, l'organe élévateur, le moule de formage sous vide et le cadre de transfert et de trempe avaient des surfaces de formage dont les courbures correspondaient entre elles. En conséquence, lorsque les circonstances exigeaient un changement de programme de production, entre des feuilles ayant une certaine forme en élévation et un certain profil et des feuilles ayant une forme en élévation et/ou un profil différents, on considérait comme nécessaire de démonter et de remplacer en totalité les trois organes en contact avec les feuilles de verre, à savoir le dispositif élévateur, le moule de formage sous vide et le cadre de transfert.

D'après le brevet des Etats-Unis n° 1 889 881 (Ralph C. Thompson), une feuille de verre ramollie, disposée horizontale-

ment, est façonnée entre un moule supérieur et un moule inférieur de forme complémentaire. Une partie du moule inférieur dans sa partie marginale périphérique est en retrait au-dessous de la surface de cette partie marginale périphérique, afin
5 d'éviter un contact simultané avec les surfaces opposées de la feuille de verre dans le champ de vision de cette feuille. La feuille de verre ramollie est saisie simultanément par ses surfaces opposées, uniquement dans sa partie marginale et elle fléchit dans les limites de la partie en retrait du moule infé-
10 rieur, en dedans de la partie marginale.

D'après le brevet des Etats-Unis n° 3 508 903 (Samuel L. Seymour), des feuilles de verre saisies par des pinces sont cintrées à la presse entre des moules dont les surfaces de for-
15 d'éviter un contact simultané du champ de vision des feuilles entre les moules. Une telle disposition n'évite pas les traces de pinces dans le verre cintré.

D'après le brevet des Etats-Unis n° 3 607 187 (Harold A. McMaster, une feuille de verre plat ramollie est soulevée par
20 aspiration contre la surface de formage, dirigée vers le bas, d'un moule sous vide, pour façonner la feuille par aspiration contre cette surface. Beaucoup d'énergie est nécessaire pour produire l'aspiration adéquate pour donner à l'ensemble de la feuille de verre plat une forme qui épouse celle du moule de
25 formage sous vide par zones successives, en particulier dans les zones les plus éloignées du moule de formage sous vide au moment où d'autres zones entrent initialement en contact avec ce moule.

Le brevet des Etats-Unis n° 3 846 104 (Samuel L. Seymour)
30 fournit un procédé et un dispositif avec lesquels des feuilles de verre sont entraînées à travers un four sur des moyens transporteurs et chauffées, au cours de leur passage à travers le four, à une température qui approche du point de ramollissement du verre. Dans un poste de façonnage situé au-delà du four,
35 chaque feuille de verre est soulevée tour à tour par un moule

inférieur de façonnage du contour qui élève la feuille de verre au contact d'un moule supérieur de formage sous vide dont la forme correspond à celle que l'on veut obtenir pour le verre. Le moule supérieur de formage sous vide reste en permanence
5 dans le poste de formage et maintient le verre façonné contre lui, tandis que le moule de façonnage inférieur retourne au-dessous du niveau des moyens transporteurs. Un cadre de trempe, ayant la forme qui convient pour supporter la feuille de verre cintrée au niveau de son seul bord marginal ou périphérique, se
10 déplace dans une direction généralement horizontale entre le poste de façonnage et un poste de refroidissement, pour recevoir chaque feuille de verre façonnée, libérée par le moule de formage sous vide, et la transférer dans le poste de refroidissement. Les formes des contours du moule inférieur de façonnage
15 du contour et du cadre de trempe correspondent à la forme de la surface de formage, dirigée vers le bas, du moule supérieur de formage sous vide. On considérerait que les moules et le cadre devaient être remplacés toutes les fois qu'un programme de production était changé.

20 Le brevet des Etats-Unis n° 4 092 141 (Robert G. Frank et DeWitt W. Lampman) propose un dispositif similaire et prévoit un dispositif de transfert mobile verticalement, pour retirer rapidement du cadre de trempe chaque feuille de verre cintrée après que les surfaces de cette dernière ont durci suffisamment
25 pour qu'elle puisse être transportée sur un transporteur aval supplémentaire, présentant une surface de support de la feuille de verre à un niveau un peu plus élevé que celui auquel la feuille de verre est supportée par le cadre de transfert et de trempe. Toutefois, le dispositif de ce brevet exige lui aussi
30 que le moule élévateur, le moule supérieur de formage sous vide et le cadre de transfert et de trempe définissent la même forme et qu'ils soient tous remplacés pour la mise en oeuvre d'un programme de production différent.

Aucun des brevets de l'état antérieur de la technique ne
35 fournit, pour le façonnage, un mode opératoire permettant qu'un

unique moule inférieur de façonnage et un unique moule supérieur de formage sous vide soient installés en permanence, offrant le moyen de produire plusieurs formes ayant des contours différents et des courbures différentes. Il serait souhaitable de réduire
5 le nombre des éléments qui, dans une installation de façonnage des feuilles de verre, doivent être remplacés lorsque la production exige un changement de programme, passant à la fabrication d'une pièce dont le degré de cintrage est différent de celui de la pièce précédemment produite.

10 La présente invention fournit un dispositif de façonnage qui aide à produire des feuilles de verre de différents contours et de différentes courbures, au moyen d'un moule inférieur de façonnage commun et d'un moule supérieur de formage sous vide commun, en combinaison avec un organe en forme de cadre qui est
15 remplaçable de manière relativement aisée et dont la surface de façonnage du contour correspond à la forme voulue pour la feuille de verre, tant en élévation qu'en plan.

Considérée sous l'aspect dispositif, la présente invention propose la sous-combinaison d'un moule inférieur dont la surface
20 de formage, dirigée vers le haut, définit une forme ayant un degré de cintrage donné et d'un moule supérieur de formage sous vide dont la surface de formage, dirigée vers le bas, définit une forme ayant une composante de cintrage dont la courbure est légèrement moins profonde. Des moyens sont prévus pour faire
25 varier la distance entre les moules supérieur et inférieur, afin de placer la feuille de verre suffisamment près du moule supérieur pour que ce dernier puisse saisir la feuille de verre par aspiration. Des moyens sont prévus pour augmenter la distance entre les moules afin de permettre la pénétration d'un
30 organe en forme de cadre entre eux. L'organe en forme de cadre s'associe à la sous-combinaison pour constituer une forme de réalisation particulière du dispositif et il définit une forme qui peut être semblable ou différente de celle de la surface de formage, dirigée vers le bas, du moule supérieur de formage
35 sous vide.

D'après la présente invention, considérée sous son aspect le plus large, une feuille de verre ramollie par la chaleur est mise en contact par sa surface inférieure, au niveau du poste de façonnage, avec un moule inférieur dont la surface de formage, dirigée vers le haut, définit une composante de cintrage ayant un degré de courbure donné. La feuille de verre ramollie fléchit sous l'effet de la pesanteur vers la surface de formage, dirigée vers le haut, du moule inférieur. Le moule supérieur de formage sous vide, prévu au-dessus du moule inférieur, n'entre initialement en contact qu'avec la partie marginale de la feuille de verre, puis sa surface de contact augmente tandis que se poursuit l'aspiration, ce qui modifie la forme de la feuille de verre ramollie par la chaleur, l'amenant à correspondre à celle de la surface de formage, dirigée vers le bas, du moule supérieur de formage sous vide. Si aucun autre façonnage n'est requis pour la feuille de verre, celle-ci peut être détachée du moule de formage sous vide.

Toutefois, les feuilles de verre façonnées de cette manière sont ordinairement durcies par la chaleur ou trempées afin d'accroître leur résistance et elles sont habituellement supportées par un organe en forme de cadre au voisinage immédiat de leur périphérie tandis qu'elles sont refroidies par application d'un fluide de trempe (le plus fréquemment, des jets d'air froid) qui refroidit rapidement les surfaces opposées de la feuille de verre façonnée, assez vite pour établir, sur l'épaisseur de la feuille de verre, un profil de tension qui caractérise le verre renforcé par traitement thermique ou trempé. Lorsque la forme définitive voulue pour la feuille de verre est celle de la surface de formage, dirigée vers le bas, du moule supérieur de formage sous vide, l'organe en forme de cadre a une surface de formage du contour, dirigée vers le haut, qui correspond à celle de la surface de formage, dirigée vers le bas, du moule supérieur de formage sous vide.

Toutefois, lorsqu'une combinaison donnée de moule inférieur et de moule supérieur de formage sous vide, ayant des

formes légèrement différentes, est prévue dans un dispositif de façonnage des feuilles de verre et que la pièce de verre à produire doit avoir une forme différente de celle qui est définie par la surface de formage, dirigée vers le bas, du moule supérieur de formage sous vide, il est possible, d'après la présente invention, de produire une grande variété de cintrages sans changer le moule inférieur, ni le moule supérieur de formage sous vide. Il suffit de remplacer l'organe en forme de cadre dont la surface supérieure de formage correspond à la pièce produite précédemment, par un autre organe dont la surface supérieure de formage correspond à la pièce du programme de production immédiatement suivant.

Selon un mode de réalisation particulier de la présente invention, le moule inférieur comporte une surface supérieure de formage de forme cylindrique autour d'un axe de cintrage donné avec un rayon de courbure donné, et le moule supérieur de formage sous vide présente une surface de formage, dirigée vers le bas, de forme cylindrique autour d'un axe parallèle audit axe donné, avec un rayon de courbure plus grand. L'organe en forme de cadre comporte un rail de formage qui comprend un élément de rail transversal définissant un cintrage cylindrique autour d'un axe parallèle audit axe donné, son rayon de courbure pouvant se situer dans une large gamme de rayons. Si le cintrage définitif voulu est cylindrique, l'organe en forme de cadre comporte une paire d'éléments de rail de formage longitudinaux qui s'étendent dans la direction générale dudit axe donné, avec des surfaces supérieures de formage droites. Pour donner à une feuille de verre un cintrage composite, cette dernière paire d'éléments de rail de formage présentent des surfaces supérieures de formage ayant un profil en élévation qui correspond à la forme voulue pour la feuille de verre perpendiculairement à la première composante de cintrage, forme qui peut être cylindrique ou avoir toute autre configuration voulue.

Un dispositif conforme à la présente invention a été

utilisé pour produire des feuilles de verre façonnées ayant des contours et des formes variables, avec des rayons de courbure variant entre 109 cm et 152 cm, sans qu'il y ait à changer le moule inférieur ou le moule supérieur de formage sous vide
5 du dispositif de façonnage des feuilles de verre. Une telle production a été exécutée en utilisant un moule inférieur installé en permanence, dont la surface de formage, dirigée vers le haut, définissait une forme ayant un rayon de courbure de 122 cm, un moule supérieur de formage sous vide installé
10 de façon permanente, dont la surface de formage, dirigée vers le bas, définissait une forme ayant un rayon de courbure de 127 cm, et des organes en forme de cadre interchangeables, définissant différents degrés de courbure dans les limites voulues.

15 La présente invention pourra de toute façon être bien comprise à la lumière d'une description qui suit d'une forme de réalisation donnée à titre d'illustration, cette description comprenant les dessins ci-annexés, sur lesquels les mêmes numéros de référence désignent les mêmes éléments structuraux.

20 La fig. 1 est une vue partielle en plan d'un dispositif pour le façonnage et la trempe de feuilles de verre, concrétisant un mode de réalisation préféré de la présente invention, certaines parties ayant été omises pour plus de clarté.

La fig. 2 est une vue longitudinale partielle de la forme de réalisation de la fig. 1, certaines parties ayant été omises, découpées ou représentées dans des positions non plausibles afin de faire apparaître plus clairement d'autres parties du dispositif, et certaines positions ayant été indiquées en traits discontinus, en harmonie avec la fig. 1.

30 La fig. 3 est une vue schématique en perspective d'une partie du dispositif des fig. 1 et 2, certaines parties en ayant été omises pour montrer, sous forme simplifiée, la structure d'un poste de façonnage faisant partie de la forme de réalisation préférée.

35 La fig. 4 est une vue schématique en coupe transversale

du poste de façonnage, montrant une feuille plate de verre chaud qui entre dans le poste de façonnage, le moule supérieur de formage sous vide et le moule inférieur étant séparés l'un de l'autre.

5 La fig. 5 est une vue semblable à celle de la fig. 4, faite immédiatement après et montrant comment la feuille de verre chaud entre en contact avec la surface supérieure de formage du moule inférieur, en vue de son façonnage.

10 La fig. 6 est une vue semblable à celles des fig. 4 et 5, faite immédiatement après celle de la fig. 5 et montrant comment le moule supérieur de formage sous vide entre initialement en contact avec la feuille de verre, lorsque la distance entre les moules est suffisamment petite pour que l'aspiration puisse soulever la feuille de verre à partir du moule
15 inférieur.

La fig. 7 est une vue faite peu après celle de la fig. 6 et montrant comment, l'aspiration se poursuivant, la surface de contact augmente entre la feuille de verre et le moule supérieur de formage sous vide.

20 La fig. 8 est une vue faite peu après la fig. 7, montrant le moule inférieur et le moule supérieur de formage sous vide séparés l'un de l'autre et un organe en forme de cadre, dont la surface supérieure définit une forme transversale qui a un rayon de courbure plus grand que celui du moule supérieur de
25 formage sous vide, recevant la feuille de verre à partir du moule supérieur de formage sous vide, cette vue soulignant la différence de forme transversale entre la feuille de verre et la courbure supérieure transversale de l'organe en forme de cadre, au moment où la feuille de verre prend initialement
30 contact avec l'organe en forme de cadre.

La fig. 9 est une vue de l'organe en forme de cadre et de la feuille de verre qu'il supporte, faite peu après la fig. 8 et montrant comment la feuille de verre épouse la forme de l'organe en forme de cadre après un bref délai d'appui sur
35 celui-ci.

La fig. 10 est une vue semblable à celle de la fig. 8, montrant une feuille de verre au moment où elle est déposée sur un organe en forme de cadre dont la surface supérieure de formage définit une forme qui a un diamètre de courbure plus
5 petit que celui de la surface de formage, dirigée vers le bas, du moule supérieur de formage sous vide.

La fig. 11 est une vue semblable à celle de la fig. 9, montrant comment l'organe en forme de cadre supporte la feuille de verre façonnée après un bref délai d'appui sur lui.

10 La fig. 12 est une vue en élévation d'une partie d'un élément de rail latéral et longitudinal d'un organe en forme de cadre comportant un élément de rail transversal de profil concave cylindrique, l'élément de rail latéral et longitudinal présentant un bord supérieur rectiligne pour supporter une
15 feuille de verre à laquelle est donnée une forme cylindrique.

La fig. 13 est une vue semblable à celle de la fig. 12 d'un élément de rail longitudinal suivant une autre forme de réalisation, cette vue montrant comment l'élément de rail longitudinal de l'organe en forme de cadre suivant cette forme de
20 réalisation a un bord supérieur qui présente en direction longitudinale un profil concave, pour concourir à la formation d'un cintrage composite, ayant un profil concave autour de deux axes de cintrage d'une feuille de verre.

La fig. 14 est une vue semblable à celle des fig. 12 et
25 13 d'un élément de rail longitudinal suivant une autre forme de réalisation, cette vue montrant comment l'élément de rail longitudinal de l'organe en forme de cadre suivant cette forme de réalisation a un bord supérieur qui présente en direction longitudinale un profil convexe, pour concourir à la formation,
30 par l'organe en forme de cadre, d'une forme compliquée de la feuille de verre, comprenant un cintrage cylindrique de profil concave, correspondant à l'élément de rail transversal, autour d'un axe de cintrage donné, et une courbe de profil convexe, correspondant à l'élément de rail latéral et longitudinal, au-
35 tour d'un autre axe de cintrage.

La fig. 15 enfin est une vue semblable à celles des fig. 12, 13 et 14 d'un élément de rail longitudinal suivant une autre forme de réalisation encore, montrant comment l'élément de rail longitudinal suivant cette forme de réalisation est formé avec à la fois des sections de profils convexe et concave, pour concourir à donner à une feuille de verre une courbure compliquée qui comprend une forme cylindrique de profil concave, correspondant au bord supérieur de l'élément de rail transversal, autour d'un axe déterminé, et un cintrage compliqué fait de parties à courbures convexe et concave, correspondant au bord supérieur de l'élément de rail longitudinal.

D'après ce qui est représenté sur les fig. 1 et 2, un dispositif pour le chauffage et le façonnage de feuilles d'une matière telle que le verre comprend des moyens de chauffage avec un four 12, à travers lequel les feuilles de verre sont entraînées à partir d'un poste de chargement (non représenté) et sont chauffées pendant ce temps à la température de déformation du verre. Un poste de refroidissement, désigné dans l'ensemble par 14, pour refroidir les feuilles de verre courbées et un poste de déchargement (non représenté) au-delà du poste de refroidissement 14 sont disposés à la suite l'un de l'autre à droite du four 12. Un poste intermédiaire ou de façonnage 16 est interposé entre le four 12 et le poste de refroidissement 14. Un dispositif 17 de transfert des feuilles, situé dans le poste de refroidissement 14, transfère les feuilles de verre façonnées et trempées sur un transporteur aval qui les achemine vers le poste de déchargement.

La chaleur peut être délivrée dans le four 12 par des gaz chauds provenant de brûleurs à gaz, par des radiateurs électriques ou par une combinaison des uns et des autres, ces moyens producteurs de chaleur étant connus en soi dans la technique. Les moyens de chauffage comprennent un transporteur horizontal se composant de rouleaux transporteurs 18 dirigés transversalement et espacés longitudinalement, qui définissent un parcours qui s'étend à travers le four 12 et le poste de

façonnage 16. Les rouleaux du transporteur sont disposés par sections et leur vitesse de rotation est commandée au moyen d'embrayages (non représentés), de telle sorte que la vitesse des différentes sections du transporteur puisse être réglée et synchronisée de façon connue en soi dans la technique. Un élément détecteur de verre 8 est disposé au-delà de la sortie du four 12 pour déclencher un cycle opératoire du dispositif.

Des interrupteurs de fin de course LS-1 à LS-5 sont prévus pour synchroniser le fonctionnement de différents éléments du dispositif, suivant un enchaînement séquentiel prédéterminé. L'élément détecteur de verre 8, les interrupteurs de fin de course LS-1 à LS-5 et différents circuits programmeurs activés par eux coopèrent pour assurer la synchronisation du dispositif décrit dans le présent mémoire.

Le poste de façonnage 16 comprend un moule inférieur 34 et un moule supérieur de formage sous vide 36. Ce dernier est fait de métal recouvert d'une matière réfractaire telle que des fibres de verre 35, de façon connue en soi dans la technique. Le moule inférieur comporte une surface supérieure 22 (fig. 3) dont la forme en élévation correspond à une première forme voulue pour une feuille de verre soumise au cintrage. Cette surface supérieure 22 est interrompue à intervalles successifs par des rainures 24 dirigées transversalement qui forment l'espace libre nécessaire pour l'élévation et l'abaissement du moule inférieur 34 entre une position en retrait au-dessous des rouleaux 18 du transporteur, représentée sur les fig. 3, 4 et 8 à 11, et une position haute au-dessus du niveau de ces rouleaux, indiquée sur la fig. 5. Le moule inférieur 34 est fixé sur un porte-moule inférieur 26 et son mouvement ascendant vers le moule supérieur de formage sous vide 36 est limité à un intervalle minimum entre eux, légèrement supérieur à l'épaisseur des feuilles de verre, ne dépassant pas de préférence le double de l'épaisseur des feuilles de verre.

Etant donné que les glaces latérales d'automobiles ont un rayon de courbure assez constant autour d'un axe horizontal,

afin de faciliter leur montée et leur descente dans la carrosserie de l'automobile entre une position d'ouverture et de fermeture, de nombreux modèles différents dans une famille de modèles ont des contours de formes différentes, mais sont
5 cintrés suivant le même rayon de courbure. Il est donc souhaitable de disposer d'un seul moule inférieur, permettant de produire tous les modèles de chaque famille. Il a été découvert qu'un moule inférieur de formage de rayon de courbure donné, ayant des dimensions plus grandes que les modèles d'une famille
10 de glaces latérales qui ont ce rayon de courbure donné, mais des contours de formes différentes et/ou des dimensions différentes, permettait de fabriquer les glaces latérales courbes de cette famille de différentes tailles, mais ayant ledit rayon de courbure donné. Dans le dispositif décrit dans le présent
15 mémoire, un seul et même moule inférieur de formage peut être installé, en combinaison avec un moule supérieur sous vide de courbure légèrement différente, pour produire n'importe quel modèle d'une famille de glaces ayant un rayon de courbure donné, mais des tailles différentes et/ou des formes différentes de
20 leurs contours, sans qu'il soit nécessaire de procéder au démontage ou au remplacement du moule inférieur et/ou du moule supérieur de formage sous vide.

De préférence, la surface supérieure 22 du moule inférieur 34 est parfaitement lisse afin d'éviter de produire la moindre
25 inégalité dans la surface de la feuille de verre qu'elle supporte; elle est composée d'une matière qui ne réagit pas avec le verre, qui peut être facilement usiné de manière à présenter le profil à surface lisse voulu et qui a une bonne durabilité en dépit de son contact intermittent avec le verre
30 chaud, provoquant de rapides variations cycliques de température pendant une période prolongée. Le ciment aluminosilicique vendu par Johns-Manville sous le nom de marque TRANSITE est un bon matériau pour le moule inférieur de formage rainuré 34.

Des moyens élévateurs et abaisseurs, sous la forme d'un
35 piston 28 monté rigidement sur une plate-forme porte-piston 30,

élèvent et abaissent sur une distance limitée le support 26 et le moule inférieur de formage 34 solidaire de ce dernier. Des montants d'alignement 32 sont fixés sur le porte-moule 26 pour assurer un mouvement vertical du moule inférieur 34. Une
5 patte 33 est raccordée au moule 34 pour actionner l'interrupteur de fin de course LS-4.

Le moule supérieur de formage sous vide 36 comporte une plaque supérieure de montage 37 et une paroi inférieure 38 qui est perforée, ainsi que des parois latérales 39 dont l'une
10 au moins est perforée. La paroi inférieure 38 est profilée de manière à être moins fortement cintrée que la surface de formage constituée par la surface supérieure 22 du moule inférieur 34. Le moule supérieur de formage sous vide 36 est en communication avec une source de vide (non représentée) par l'inter-
15 médiaire d'une conduite de mise sous vide 40 et d'une soupape appropriée (non représentée). Le moule supérieur de formage sous vide 36 est opportunément raccordé, par des tiges verticales de guidage 41, à un châssis supérieur de support 42 par rapport auquel il est mobile sous l'action d'un piston vertical
20 supérieur 43. Au moyen d'un système de soupapes approprié, la conduite de mise sous vide 40 peut être raccordée à une source d'air sous pression (non représentée) et les soupapes contrôlant la conduite de vide et la conduite de pression peuvent être synchronisées suivant un cycle de temps prédéterminé, de
25 façon connue en soi dans la technique.

Toute partie d'une paroi latérale 39 du moule supérieur de formage sous vide 36 qui comporte des ouvertures est également munie d'une plaque coulissante perforée 60, pourvue d'une patte
30 61 à l'une de ses extrémités. Les côtés longitudinaux de la plaque coulissante s'engagent dans une paire de guides parallèles 62 profilés en Z. Ces derniers sont fixés sur toute leur longueur à la paroi latérale 39. La patte 61 peut se déplacer entre les guides 62 profilés en Z lors du réglage de la position de la plaque coulissante perforée 60 par rapport à la
35 paroi latérale perforée 39. La plaque coulissante perforée 60

comporte des ouvertures 63 dont la taille, la forme et la distance mutuelle correspondent à celles des ouvertures pratiquées dans la paroi perforée 39.

Lorsque la plaque coulissante perforée 60 occupe une position dans laquelle ses ouvertures 63 coïncident entièrement
5 avec les ouvertures de la paroi latérale perforée 39, il en résulte une section d'échappement maximale à travers la paroi latérale 39. Lorsque la plaque coulissante perforée 60 occupe une position dans laquelle les ouvertures 63 coïncident avec
10 les intervalles entre les ouvertures pratiquées dans la paroi latérale 39, la section d'échappement à travers la paroi latérale 39 est nulle. On comprendra aisément que la plaque coulissante 60 peut être réglée dans toute position dans laquelle ses ouvertures 63 coïncident partiellement avec les ouvertures de
15 la paroi latérale 39 ou dans laquelle une seule ou quelques-unes de ses ouvertures 63 coïncident partiellement ou entièrement avec une ou plusieurs ouvertures de la paroi latérale, de manière à obtenir une grandeur voulue de section d'échappement à travers la paroi latérale 39, des moyens étant prévus pour
20 régler en fonction des besoins la grandeur de la section d'échappement.

S'il est prévu des ouvertures dans l'une au moins des parois latérales 39 et une plaque coulissante perforée 60 associée, c'est pour garantir qu'une feuille de verre G tombera uniformément sur un organe en forme de cadre 70, sans
25 s'incliner par rapport à l'orientation qu'elle a lorsqu'elle est maintenue contre la paroi inférieure perforée 38 du moule supérieur de formage sous vide 36, au moment où le vide est supprimé dans ce dernier. Lorsque de petites ouvertures sont
30 réparties uniformément sur toute l'étendue de la paroi inférieure perforée 38 et que les feuilles de verre traitées ont un contour de forme régulière, par exemple un contour essentiellement rectangulaire ou circulaire, l'air sous pression agit uniformément le long du périmètre de la feuille de verre,
35 amenant celle-ci à tomber sans s'incliner sur l'organe en

forme de cadre 70 au moment où le vide est supprimé dans le moule supérieur de formage sous vide 36. Par contre, lorsqu'une feuille de verre traitée a un contour irrégulier, au moment où le vide est supprimé, de l'air pénètre dans la chambre à vide du moule supérieur 36 par les petites ouvertures, ce qui provoque un gradient de pression passager à l'intérieur du moule supérieur de formage sous vide 36. Ce gradient de pression produit une poussée non uniforme vers le bas sur la surface supérieure de la feuille de verre qui était maintenue auparavant contre la paroi inférieure perforée par aspiration. Cette poussée non uniforme vers le bas a pour conséquence que la feuille de verre libérée s'incline en tombant vers l'organe en forme de cadre 70. La disposition d'ouvertures supplémentaires, ayant une section d'échappement qui peut être réglée dans le moule supérieur de formage sous vide, permet une pénétration relativement rapide d'air dans le moule supérieur de formage sous vide, ce qui masque l'effet de l'écoulement d'air relativement lent à travers les ouvertures relativement petites de la paroi inférieure perforée 38, amenant la feuille de verre à s'incliner au moment où elle tombe vers l'organe en forme de cadre 70.

La dimension relative de la section totale d'échappement, résultant de la position des ouvertures 63 par rapport à la paroi latérale 39, rapportée à la section totale des ouvertures de la paroi inférieure perforée 38, détermine l'efficacité de la plaque coulissante perforée 60 et des ouvertures de la paroi latérale perforée 39 à vaincre la tendance à l'inclinaison. La surface, l'épaisseur et l'irrégularité de forme du contour du modèle de feuille de verre soumis au traitement sont d'autres facteurs qui interviennent dans la détermination de la grandeur de la section d'échappement effective des ouvertures 63, par rapport à la section totale des ouvertures de la paroi perforée 38 qui sont dégagées lorsque cette paroi perforée 38 entre en contact avec une feuille de verre, qui est nécessaire pour assurer un transfert sans inclinaison de

la feuille de verre entre le moule supérieur de formage sous vide 36 et l'organe en forme de cadre 70.

En augmentant la section d'échappement effective des ouvertures alignées 63, on réduit les risques d'inclinaison de la feuille de verre libérée dans sa trajectoire vers l'organe en forme de cadre 70 au moment où le vide est supprimé dans le moule supérieur de formage sous vide 36, pour un modèle particulier de feuille de verre. Mais si l'on augmente trop la section d'échappement effective, il faut prévoir un appareil d'aspiration qui consomme une grande quantité d'énergie. Eu égard à l'économie d'énergie, la section d'échappement effective des ouvertures alignées est choisie aussi petite que possible dans la limite compatible avec la section d'échappement nécessaire pour assurer le transfert d'une feuille de verre sans inclinaison.

Les ouvertures dans la paroi inférieure perforée 38 sont aussi petites que possible et sont rapprochées dans la mesure nécessaire pour assurer le maintien par aspiration d'une feuille de verre chaude avec une consommation raisonnable d'énergie. Pour un moule supérieur de formage sous vide dont la paroi inférieure perforée 38, en contact avec la feuille de verre, mesure 117 cm de longueur et 56 cm de largeur, il a été constaté que des ouvertures de 0,23 cm de diamètre, séparées les unes des autres par une distance de 3,8 cm en un dessin rectangulaire ou losangique, donnaient des résultats satisfaisants pour la manipulation de feuilles de verre dont le poids peut atteindre 9 kg. Cinq ouvertures, ayant chacune un diamètre de 25,4 mm et séparées par une distance de 56 mm de centre à centre, sont suffisantes pour la plaque coulissante perforée 60 et la rangée correspondante d'ouvertures dans la paroi latérale 39.

Le poste de façonnage 16 contient également une plate-forme inférieure 44. Des montants verticaux 46 relient les angles du bâti 42 de support du moule supérieur, de la plate-forme 30 de support du piston et de la plate-forme inférieure 44, pour constituer une structure unitaire. Des roues 48 sont

montées sur cette structure unitaire, afin que le poste de façonnage 16 puisse être facilement déplacé entre une position d'alignement entre la sortie du four 12 et l'entrée du poste de refroidissement 14 et une position décalée facilitant l'entretien des éléments structureux du poste de façonnage 16.

Le poste de refroidissement 14 comprend un caisson de pression supérieur 51, muni de rangées transversales, espacées longitudinalement, de buses 52 espacées transversalement et dirigées vers le bas pour projeter l'air contenu sous pression dans le caisson supérieur vers la surface supérieure d'une feuille de verre qui se trouve en face des orifices inférieurs des buses. Vis-à-vis du caisson de pression supérieur 51 est disposé un caisson de pression inférieur 53 muni de boîtes de projection inférieures du type en barre 54, disposées de sorte que leurs parois épaisses s'étendent verticalement et présentant des orifices 55 de forme allongée, dirigés vers le haut à travers leur épaisseur, de sorte que l'air contenu sous pression dans le caisson inférieur 53 soit projeté vers le haut, à travers les orifices de forme allongée 55, vers la grande surface inférieure de la feuille de verre. Les orifices des boîtes de projection en barre inférieures sont opposés à des orifices correspondant des buses supérieures. Les boîtes de projection en barre sont séparées verticalement des buses supérieures par une distance suffisante pour ménager un espace libre où l'organe en forme de cadre 70 peut se déplacer le long d'un trajet entre les buses supérieures et les buses inférieures. Les extrémités inférieures des rangées de tubes des buses supérieures sont situées le long d'une surface courbe complémentaire de la forme courbe des surfaces supérieures lisses des boîtes de projection en barre constituant les buses inférieures, de façon à ménager entre elles un espace libre courbe qui correspond à la forme transversale des feuilles de verre entraînées entre elles. Si on le désire, les caissons de pression 51 et 53 peuvent être compartimentés dans le sens de la longueur du poste de refroidissement 14, de façon à permettre de régler

des pressions d'air différentes dans les divers compartiments du caisson supérieur et du caisson inférieur, afin d'établir un programme de jets d'air le long de la longueur du poste de refroidissement.

5 Les surfaces supérieures des boîtes de projection en barre inférieures 54 sont polies et parallèles les unes aux autres, de manière à constituer une surface lisse discontinue sur laquelle les rognures de verre se déposent lorsqu'une feuille de verre se brise dans le poste de refroidissement 14. Les
10 boîtes de projection inférieures en barre 54 sont réunies par un bâti 50 articulé qui pivote autour d'un axe dirigé suivant la longueur du poste de refroidissement 14. Un dispositif 49 de basculement du bâti est prévu pour faire pivoter le bâti 50 et, par suite, les boîtes de projection inférieures en barre
15 54 à surfaces lisses et leur donner une orientation oblique qui permet aux fragments de verre de glisser d'un côté du poste de refroidissement, ce qui débarrasse rapidement et efficacement le poste de refroidissement des fragments de verre. Les boîtes de projection inférieures en barre 54 sont ramenées
20 dans leur position normale après que les fragments d'une feuille de verre précédente ont glissé d'un côté du poste de refroidissement et avant que la feuille de verre suivante ne soit traitée. Le dispositif qui fait pivoter les buses inférieures en barre 54 est réalisé de façon semblable à celui qui est
25 décrit et revendiqué dans le brevet des États-Unis n° 3 846 106 (Samuel L. Seymour) pour faire pivoter un jeu inférieur de buses, et la description de ce dispositif de basculement est incluse dans le présent mémoire à titre de référence.

Les intervalles entre les tubes des buses supérieures
30 52 constituent des trajets pour l'échappement de l'air projeté contre la surface supérieure concave de feuilles de verre traitées dans le dispositif décrit dans le présent mémoire. Les intervalles entre boîtes de projection inférieures en barre 54 voisines constituent des trajets pour l'échappement de l'air
35 projeté contre la surface inférieure convexe de ces feuilles

de verre. S'il est ainsi prévu plus d'espace total pour les trajets d'échappement au-dessus du verre que pour les trajets d'échappement au-dessous du verre, c'est que la différence d'espace total pour les trajets d'échappement sur le côtés
5 opposés des feuilles de verre façonnées est bénéfique pour assurer une plus grande uniformité de refroidissement des surfaces supérieure et inférieure, en comparaison de ce qui se produirait si les deux surfaces supérieure et inférieure des
10 feuilles de verre avaient des trajets d'échappement de mêmes dimensions. Cela résulte du fait qu'une surface convexe est plus aérodynamique qu'une surface concave. En conséquence, il est plus difficile d'évacuer l'air projeté perpendiculairement contre une surface concave que l'air projeté perpendiculairement contre une surface convexe et, pour cette raison, il est
15 ménagé plus d'espace d'échappement pour évacuer les jets d'air qui frappent la surface supérieure concave que pour évacuer les jets d'air qui frappent la surface inférieure convexe.

Le dispositif 17 de transfert des feuilles dans le poste de refroidissement 14 comprend une section de transporteur
20 mobile verticalement, comportant un jeu de galets toriques 56 de diamètre relativement grand, montés sur la partie centrale d'arbres minces 58 entraînés à partir d'une boîte à engrenages et d'un moteur (non représentés) montés sur un bâti 64. Une patte 65 fixée au bâti 64 actionne l'interrupteur de fin de
25 course LS-5. Un dispositif élévateur 66, sous la forme d'un ou de plusieurs pistons, est monté rigidement (avec chacun une tige de piston 68) sur ce bâti. Des guides verticaux 69 contrôlent le mouvement du bâti 64 de telle sorte que quand les tiges de piston 68 sont en position d'extension, le jeu de
30 galets toriques 56 soit soulevé en bloc en direction verticale, les galets occupant des positions dans lesquelles leur plan tangentiel supérieur commun coïncide avec un plan horizontal au-dessus de la partie la plus haute de la surface de formage de l'organe en forme de cadre 70, en vue du transfert d'une
35 feuille de verre à partir de ce dernier.

Le poste de refroidissement 14 comprend également un transporteur aval 20, se composant d'arbres transporteurs supplémentaires 72 en aval du dispositif 17 de transfert des feuilles. Chacun des arbres transporteurs supplémentaires 72 est équipé d'une paire de galets toriques supplémentaires 74 fixés sur lui de manière à tourner avec lui. Les arbres 72 sont espacés longitudinalement dans le sens de la longueur du transporteur aval 20 et les galets toriques supplémentaires 74 sont montés rigidement, leur tangente supérieure commune étant située dans un plan horizontal légèrement au-dessus du point le plus haut de la surface de l'organe en forme de cadre 70.

L'organe en forme de cadre 70 comprend un rail qui s'étend sous la forme d'une structure en cadre disposée de chant, sa largeur constituant la hauteur du rail. Le rail comprend un élément de rail 76 qui s'étend transversalement à l'extrémité amont de l'organe en forme de cadre, une paire d'éléments de rail 77 qui s'étendent longitudinalement vers l'aval à partir de l'élément de rail transversal 76 et une paire d'éléments de rail d'extrémité aval 78, recourbés vers l'intérieur. Des connexions 79 sont fixées par leur extrémité interne sur la surface latérale externe du rail à intervalles le long de celui-ci et, par leur extrémité externe, sur un cadre de renfort 80. Ce dernier et l'organe en forme de cadre 70 ont l'un et l'autre un contour dont la forme est semblable à celle du contour d'une feuille de verre qu'ils supportent, et un profil en élévation semblable à la courbure de la feuille de verre qu'ils supportent.

Le cadre de renfort 80 est constitué de préférence par un tube d'acier extérieur dont le contour a la même forme que celui de l'organe en forme de cadre 70 et qui entoure ce dernier à une certaine distance. L'intervalle entre l'organe en forme de cadre 70 et le cadre de renfort 80 est déterminé par la longueur des éléments de connexion 79. L'organe en forme de cadre 70 et le cadre de renfort 80 sont tous deux ouverts à leur extrémité aval.

Le cadre de renfort 80 est raccordé à un chariot 96 par des éléments de connexion 97. Le chariot 96 est muni d'oreilles 98 qui s'étendent vers le haut et se terminent par des douilles à filetage intérieur 100 en prise avec une vis sans fin de commande 102 de chaque côté du chariot 96. Ce dispositif guide le mouvement de l'organe en forme de cadre 70 entre une position amont au niveau du poste de façonnage 16, une position aval dans l'alignement du dispositif 17 de transfert des feuilles et une position intermédiaire d'attente, immédiatement en aval du poste de façonnage. Le chariot 96 est renforcé par plusieurs entretoises arquées (non représentées) dont la forme correspond à la courbure transversale définie par les surfaces supérieures des boîtes de projection inférieures en barre 54 et par les extrémités inférieures des tubes des buses supérieures 52, de manière à pouvoir se déplacer entre ces surfaces et ces extrémités.

Les galets toriques 56 du dispositif 17 de transfert des feuilles de verre façonnées sont disposés en rangées parallèles espacées. Lorsqu'ils occupent leur position supérieure, les galets 56 mobiles verticalement ont une tangente supérieure commune dans le même plan horizontal que la tangente supérieure commune des galets toriques supplémentaires 74. Lorsqu'ils occupent leur position inférieure, les galets 56 sont situés au-dessous du trajet emprunté par l'organe en forme de cadre 70 et son cadre de support 80.

La commande par vis sans fin 102 détermine la position du chariot 96 et de l'organe en forme de cadre 70 qu'il supporte par rapport à l'une des trois positions de repos occupées par l'organe en forme de cadre 70 au cours d'un cycle d'opération. Les interrupteurs de fin de course LS-1, LS-2 et LS-3 sont disposés de manière à être actionnés par une patte 104 fixée au chariot 96, pour commander différentes phases d'un cycle de déplacement de l'organe en forme de cadre 70, selon ce qui sera expliqué ultérieurement.

Au début d'un cycle de façonnage suivant la présente

invention, une feuille de verre G est entraînée dans le poste de façonnage du verre 16 sur les rouleaux transporteurs 18, le moule inférieur 34 étant en position de retrait, sa surface de formage dirigée vers le haut étant entièrement au-dessous de
5 la surface de support supérieure définie par les rouleaux transporteurs 18, et le moule supérieur de formage sous vide 36 ayant sa surface de formage perforée 38, dirigée vers le bas, à courte distance au-dessus de la surface supérieure de la feuille de verre G. A partir d'une position entre les éléments détecteurs
10 S, cette dernière est entraînée pendant un temps suffisant pour se trouver en position d'alignement correcte entre le moule inférieur 34 et le moule supérieur de formage sous vide 36. Etant donné que la feuille de verre reçoit tout d'abord une courbure cylindrique autour d'un axe qui est pratiquement paral-
15 lèle à la direction de mouvement de la feuille de verre définie par les rouleaux transporteurs 18, l'instant exact où le moule inférieur 34 est mis en action n'a pas une importance aussi décisive que s'il s'agissait de cintrages plus compliqués.

Au moment où la feuille de verre arrive au poste de façonnage 16, le piston 28 est mis en position d'extension, d'où
20 il résulte que la patte 33 libère l'interrupteur de fin de course IS-4. En conséquence, le moule supérieur 36 est mis sous vide, tandis que le moule inférieur 34 est élevé. La feuille de verre est représentée sur la fig. 5 au cours de son soulèvement
25 sur le moule inférieur 34, dans une position au voisinage du moule supérieur de formage sous vide 36. Etant donné que la feuille de verre est chaude au moment où elle arrive dans le poste de façonnage, elle fléchit facilement sous l'effet de la pesanteur et épouse la courbure relativement forte de la sur-
30 face de formage, dirigée vers le haut, du moule inférieur 34 à l'instant où elle parvient à proximité immédiate de la surface de formage, dirigée vers le bas, du moule supérieur de formage sous vide 36. La feuille de verre G est soulevée à
35 par limitation du mouvement ascendant du piston 28, et avant

que la feuille de verre n'entre en contact simultanément avec la surface de formage, dirigée vers le haut, du moule inférieur 34 et avec la surface de formage, dirigée vers le bas, du moule supérieur de formage sous vide 36, l'aspiration soulève la

5 feuille de verre façonnée G de telle sorte que le verre n'entre tout d'abord en contact avec la surface de formage, dirigée vers le bas, du moule supérieur sous vide 36 que par sa partie

10 périphérique. La forme définie par la surface de formage, dirigée vers le bas, du moule supérieur sous vide 36 a une courbure moins profonde que la surface de formage, dirigée vers le haut, du moule inférieur 34. Grâce à cette disposition, la feuille de

15 verre G peut être initialement maintenue contre la surface de formage, dirigée vers le bas, du moule supérieur sous vide 36 dans la position représentée sur la fig. 6, la partie de la

feuille de verre intermédiaire entre ses parties d'extrémité étant tout d'abord hors de contact avec la surface de formage, dirigée vers le bas, du moule supérieur de formage sous vide 36.

Le moule inférieur 34 a été élevé en réponse à l'activation, par le détecteur S, d'un circuit programmeur (non

20 représenté) qui provoque l'extension du piston 28 à la détection du passage de la feuille de verre G à l'entrée du poste de façonnage 16. L'interrupteur de fin de course LS-4 est libéré par le déclenchement du mouvement ascendant du moule 34, ce qui provoque la mise sous vide du moule supérieur 36 comme on

25 l'a indiqué précédemment, mais actionne aussi un programmeur qui commande le déclenchement du mouvement de retour du moule inférieur de formage vers sa position de retrait. Ce dernier programmeur est réglé de manière à assurer que le retour du moule inférieur 34 par rétraction du piston 28 sera coordonné

30 avec le moment où la feuille de verre est saisie par aspiration contre la surface de formage, dirigée vers le bas, du moule supérieur sous vide 36. Le programmeur déclenche aussi le mouvement de retrait vers le haut du piston vertical 43 qui provoque l'élévation du moule supérieur sous vide 36, en même

35 temps que le mouvement descendant du moule inférieur 34. Le

vide est maintenu tandis que le moule supérieur de formage sous vide s'élève, d'où il résulte que la surface supérieure de la feuille de verre épouse exactement la forme moins profonde de la surface de formage, dirigée vers le bas, du moule supérieur sous vide 36. Cette phase de l'opération est illustrée par la fig. 7.

Au moment où le moule supérieur sous vide 36 atteint la position haute représentée sur la fig. 8, le poste de façonnage est prêt à recevoir l'organe en forme de cadre 70 dans sa position entre le moule supérieur sous vide 36 et le moule inférieur 34. Lorsque la patte 104 du chariot 96 entre en contact avec l'interrupteur de fin de course LS-1, l'organe en forme de cadre 70 est immobilisé dans sa position amont précitée, directement au-dessous du moule supérieur sous vide 36. En même temps, lorsque l'organe en forme de cadre 70 occupe sa position amont immédiatement au-dessous du moule supérieur sous vide 36, l'interrupteur de fin de course LS-1 interrompt le vide dans le moule supérieur sous vide 36, ce qui permet à la feuille de verre de se déposer sur l'organe en forme de cadre 70. La forme de l'organe en forme de cadre perpendiculairement à la direction de mouvement, et en particulier la partie transversale 76 de l'organe en forme de cadre 70 peut avoir la même courbure ou une courbure différente de celle qui est définie par la surface de formage, dirigée vers le bas, du moule supérieur de formage sous vide 36. Sur la fig. 8 est représenté un organe en forme de cadre 70 dont la surface de formage est moins profonde que celle qui est définie par le moule supérieur sous vide 36. Dans ces circonstances, la feuille de verre, toujours ramollie par suite de son chauffage dans le four 12, tombe de telle manière que sa partie centrale vienne tout d'abord reposer sur la partie médiane de l'élément de rail transversal 76 de l'organe en forme de cadre et que ses extrémités, précédemment cintrées avec une courbure plus forte, se trouvent à distance au-dessus de l'élément transversal du rail de formage, comme le montre la fig. 8. Toutefois, avant que le chariot 96 ne fasse

pénétrer la feuille de verre dans le poste de refroidissement 14, les parties d'extrémité de celle-ci fléchissent pour épouser le reste de la forme du contour du rail de formage de l'organe en forme de cadre 70.

5 La fig. 10 est semblable à la fig. 8, à cette exception qu'elle représente une feuille de verre G qui tombe sur un organe en forme de cadre 70 dont l'élément de rail transversal 76 définit une courbure de rayon encore plus petit que celle qui est définie par la surface de formage, dirigée vers le bas,
10 du moule supérieur sous vide 36. Le rayon de courbure peut même être plus petit que celui qui est défini par le moule inférieur 34. Ainsi, au moment où la feuille de verre G tombe lors de la suppression du vide, seuls les bords latéraux de la feuille de verre cintrée reposeront tout d'abord sur l'élément
15 de rail transversal 76 de l'organe en forme de cadre 70, puis le verre fléchira pour prendre sa courbure plus accentuée, épousant le bord supérieur de l'élément de rail transversal 76 de l'organe en forme de cadre 70, selon ce qui est représenté sur la fig. 11.

20 La feuille de verre G supportée par l'organe en forme de cadre 70 est transférée dans le poste de refroidissement 14 où de l'air sous pression est projeté à travers les buses 52 dirigées vers le bas à partir du caisson de pression supérieur 51 et à travers les orifices des buses en barre inférieures
25 54 qui s'étendent vers le haut à partir du caisson de pression inférieur 53, pour refroidir le verre aussi rapidement que possible afin de lui donner une trempe au moins partielle. Lorsque la feuille de verre atteint une position au-dessus des galets toriques 56, ces derniers sont élevés ensemble pour
30 écarter la feuille de verre G de l'organe en forme de cadre 70 en la soulevant, tout en tournant ensemble dans le sens qui propulse la feuille de verre vers l'aval sur le transporteur aval 20.

La fig. 3 illustre le transfert de la feuille de verre G
35 refroidie à partir des galets toriques 56 du dispositif 17 de

transfert de feuilles dans la direction aval indiquée par la flèche d, tandis que l'organe en forme de cadre 70 commence à revenir dans le sens amont indiqué par la flèche u, vers la position intermédiaire d'attente immédiatement en aval du poste de façonnage 16, dans le cas où la feuille de verre G suivante n'a pas encore été saisie par aspiration par le moule supérieur de formage sous vide 36. L'organe en forme de cadre 70 peut se placer dans la position d'attente indiquée sur la fig. 2, immédiatement en aval du poste de façonnage 16, ou directement dans sa position amont au niveau du poste de façonnage 16, au cas où la feuille de verre est déjà maintenue par aspiration contre le moule supérieur sous vide 36 et où le moule inférieur 34 est descendu dans une position verticale suffisamment basse pour libérer l'espace nécessaire pour que l'organe en forme de cadre 70 puisse se placer au-dessous du moule sous vide 36 sans obstacle.

Lorsque la feuille de verre supportée par l'organe en forme de cadre 70 arrive au-dessus du dispositif 17 de transfert des feuilles, les galets toriques 56 et leurs arbres minces 58 sont dans leur position escamotée vers le bas, le bâti 64 étant placé en retrait vers le bas par la rétraction de la tige de piston 68 actionnée par le dispositif élévateur 66, dans l'attente de l'arrivée de l'organe en forme de cadre 70 au point où la patte 104 entre en contact avec l'interrupteur de fin de course LS-2. La commande par vis sans fin 102 a fait pénétrer le chariot 96 et l'organe en forme de cadre 70 qu'il supporte en partie dans le dispositif 17 de transfert des feuilles. Un circuit programmeur, activé par l'entrée en contact de la patte 104 avec l'interrupteur de fin de course LS-2 dans le sens aval, a amené le dispositif élévateur 66 à soulever le piston 68, élevant ainsi le bâti 64, les arbres 58 et les galets toriques 56 en rotation dans des positions intermédiaires voisines du niveau auquel ces éléments écarteraient la feuille de verre G de l'organe en forme de cadre en la soulevant. Ce mouvement ascendant libère l'interrupteur de fin de

course LS-5, d'où il résulte que les galets toriques 56 s'arrêtent de tourner ensemble.

Lorsque l'organe en forme de cadre 70 atteint sa position extrême vers l'aval, la patte 104 entre en contact avec l'interrupteur de fin de course LS-3, ce qui arrête la commande par vis sans fin 102. A ce moment, les galets toriques 56 en rotation ont commencé à transférer la feuille de verre sur l'organe en forme de cadre 70 en direction du galet torique 74 situé le plus en amont du transporteur aval 20. La tige de piston 68 reste en position d'extension complète, tandis que la feuille de verre G continue à se déplacer plus loin vers l'aval sur le transporteur aval 20. A un moment opportun, un programmeur activé par l'interrupteur de fin de course LS-3 commande de déclenchement de la rotation en sens inverse de la vis sans fin 102 qui contrôle le mouvement de retour de l'organe en forme de cadre 70 dans le sens amont, soit vers la position d'attente, soit directement dans le poste de façonnage. Un autre programmeur commandé par l'interrupteur de fin de course LS-3 amène le dispositif élévateur 66 à commencer à rétracter la tige de piston 68, abaissant ainsi les galets toriques 56 et leurs arbres minces 58 en préparation de l'opération suivante du dispositif de transfert 17. Si le dispositif fonctionne assez rapidement, ce qui est indiqué par l'écoulement du délai d'un circuit programmeur dont le délai débute avec un nouvel actionnement du détecteur S, l'interrupteur de fin de course LS-4 remis en l'état initial permet à l'organe en forme de cadre 70 de dépasser vers l'amont la position d'attente pour rejoindre directement le poste de façonnage 16 sans s'arrêter dans sa position d'attente. Pendant le temps où l'organe en forme de cadre 70 se dirige vers sa position d'attente ou passe au-delà de celle-ci, sous l'effet de l'actionnement de l'interrupteur de fin de course LS-2 par la patte 104, le moule inférieur 34 reste en retrait au-dessous des rouleaux transporteurs 18, pour laisser l'espace libre pour qu'une nouvelle feuille de verre G puisse atteindre la position

d'alignement entre le moule supérieur sous vide 36 et le moule inférieur 34.

Le rail de formage de l'organe en forme de cadre 70 peut comporter des éléments de rail longitudinaux 77 qui présentent, 5 soit une courbure concave ou convexe en élévation (comme le montrent respectivement les fig. 13 et 14), soit une courbure à la fois concave et convexe (comme le montre la fig. 15), en combinaison avec l'élément de rail transversal 76 qui est 10 courbe en élévation, afin de définir des surfaces de formage composites. Si les éléments longitudinaux 77 du rail ont une surface supérieure de formage qui est rectiligne comme le 15 montre la fig. 12, l'organe en forme de cadre définit une courbure cylindrique dont le rayon, défini par l'élément de rail transversal 76, peut être égal ou différent de celui qui est défini par la surface de formage, dirigée vers le bas, du moule supérieur sous vide 36. Il est bien entendu que l'élément de rail transversal 76 peut également définir une partie de surface de formage ayant toute forme voulue, autre que cylindrique.

Dans une forme de réalisation particulière de la présente 20 invention, un moule inférieur présentant une surface de formage, dirigée vers le haut, de courbure relativement forte, par exemple avec un rayon de courbure de 121,9 cm, a été combiné avec un moule supérieur sous vide présentant une surface de formage, dirigée vers le bas, définissant une courbure cy- 25 lindrique de 127 cm de rayon de courbure pour produire des cintrages cylindriques dans une feuille de verre, par façonnage de la feuille de verre, cintrée avec un rayon de courbure de 127 cm, en la faisant tomber sur des organes en forme de cadre facilement interchangeables, définissant des rayons de 30 courbure allant de moins de 109,2 cm à plus de 152,4 cm. En outre, des cintrages cylindriques formés par aspiration contre la surface de formage supérieure ont été convertis en courbures composites par façonnage de la feuille de verre chaude en la faisant tomber, à partir du moule supérieur sous vide, sur des 35 organes en forme de cadre dont les éléments longitudinaux du

rail de formage avaient une forme correspondant à la forme voulue pour l'autre composante de cintrage autour d'un axe perpendiculaire à la direction de mouvement, tandis qu'une composante de cintrage cylindrique ou autre était formée autour d'un axe de cintrage longitudinal par rapport à la direction de mouvement.

On comprendra aisément que tout genre de courbure compliquée, défini par l'organe en forme de cadre, et notamment des courbures complexes présentant des éléments, tant convexes que concaves en élévation dans la direction du mouvement de la feuille de verre, peut être combiné avec tout rayon de courbure transversal dans les limites d'une large gamme.

Ainsi, d'après un mode de réalisation préféré de la présente invention, un moule inférieur 34 installé en permanence et ayant une surface de formage, dirigée vers le haut, de forme cylindrique coopère avec un moule supérieur sous vide installé en permanence et ayant une surface de formage, dirigée vers le bas, de forme cylindrique avec un plus grand rayon de courbure, pour former en combinaison un cintrage dont la forme correspond à celle de la surface de formage, dirigée vers le bas, du moule supérieur sous vide. Par contre, si l'on veut obtenir un façonnage plus élaboré, la forme de l'organe en forme de cadre définit une forme différente, en rapport avec la forme définitive voulue pour la feuille de verre. Par conséquent, la présente invention ne nécessite aucun remplacement du moule inférieur ou du moule supérieur sous vide. Il suffit de remplacer l'organe en forme de cadre toutes les fois qu'un changement du programme de production exige de donner à une feuille de verre un contour différent ou une forme différente qui pourra être, soit un cintrage cylindrique, soit un cintrage plus compliqué, en particulier un cintrage cylindrique avec un rayon de courbure se situant dans les limites d'une gamme de courbures relativement large ou une composante de cintrage non cylindrique.

La forme de l'invention, décrite et représentée dans le

présent mémoire représente un mode de réalisation préféré et diverses modifications de celui-ci, donnés à titre d'illustration. Il est bien entendu que divers changements peuvent être apportés dans la construction et le mode opératoire, sans
5 que l'on s'écarte pour autant de l'idée essentielle de l'invention, telle que définie dans les revendications qui suivent.

REVENDICATIONS

1. Procédé de façonnage d'une feuille de verre ramollie par la chaleur pour lui donner une forme qui présente une composante de cintrage ayant un degré de courbure donné, par la
5 mise en contact de la surface inférieure de cette feuille avec un moule inférieur comportant une surface de formage dirigée vers le haut et fléchissement de la feuille vers cette surface de formage dirigée vers le haut pendant cette mise en contact, par une aspiration exercée sur la surface supérieure de la
10 feuille de verre soulevée, à partir d'un moule supérieur sous vide comportant une surface de formage perforée dirigée vers le bas, pour détacher la feuille de verre du moule inférieur et l'appliquer sur le moule supérieur par aspiration, caractérisé en ce que la surface inférieure de la feuille de verre
15 est mise en contact avec la surface de formage, dirigée vers le haut, qui a une courbure relativement forte par rapport à ladite composante de cintrage, et en ce que l'aspiration est ensuite exercée à partir de la surface de formage, dirigée vers le bas, qui présente une composante de cintrage de courbure
20 légèrement moins accentuée, d'où il résulte que la partie marginale seulement de la surface supérieure de la feuille de verre entre tout d'abord en contact avec la surface de formage dirigée vers le bas, puis que l'aspiration amène la totalité de la feuille de verre à épouser la forme de la surface de
25 formage dirigée vers le bas.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'aspiration est déclenchée pendant l'élévation de la feuille de verre avant qu'elle n'entre en contact avec la surface de formage dirigée vers le bas, la feuille de verre soulevée

- étant ainsi transférée par aspiration entre la surface de formage dirigée vers le haut et la surface de formage dirigée vers le bas, à un moment où ces surfaces de formage sont séparées l'une de l'autre par une distance qui est plus grande que
- 5 l'épaisseur de la feuille de verre.
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que des dispositions sont prises pour empêcher les surfaces de formage de se rapprocher l'une de l'autre plus près qu'un intervalle qui est supérieur à l'épaisseur de la feuille de verre.
- 10 4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que des dispositions sont prises pour empêcher les surfaces de formages de se rapprocher l'une de l'autre plus près qu'un intervalle qui est de l'ordre du double de l'épaisseur de la feuille de verre.
- 15 5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un transfert de la feuille de verre depuis la surface de formage dirigée vers le bas sur un organe en forme de cadre, en laissant tomber la feuille sur cet organe qui présente une surface de formage,
- 20 dirigée vers le haut, ayant un degré de courbure pour ladite composante de cintrage qui est différent de celui de la surface de formage dirigée vers le bas, d'où il résulte que le degré de courbure de la composante de cintrage de la feuille de verre est transformé en un degré de courbure voulu.
- 25 6. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que la feuille de verre est transférée depuis la surface de formage dirigée vers le bas sur l'organe en forme de cadre dont la surface de formage, dirigée vers le haut, a un degré de courbure pour ladite composante de cintrage plus accentué que la
- 30 surface de formage dirigée vers le bas, d'où il résulte que la chute de la feuille de verre transforme la forme de celle-ci en une forme ayant un degré de courbure plus accentué.
7. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que la feuille de verre est transférée depuis la surface de formage
- 35 dirigée vers le bas sur l'organe en forme de cadre dont la

surface de formage, dirigée vers le haut, a un degré de courbure pour ladite composante de cintrage moins accentué que la surface de formage dirigée vers le bas, d'où il résulte que la chute de la feuille de verre transforme la forme de celle-ci en une forme ayant un degré de courbure moins accentué.

5
8. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que la feuille de verre tombe sur un organe en forme de cadre comportant un rail de formage qui définit un cintrage composite comprenant des composantes de cintrage autour de deux axes de courbure formant un angle entre eux, afin de donner à la
10 feuille une forme composite comprenant des composantes de cintrage autour de deux axes de courbure formant un angle entre eux.

9. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que
15 la feuille de verre est tout d'abord mise en contact avec un moule inférieur présentant une surface de formage, dirigée vers le haut, qui définit une forme cylindrique ayant un rayon de courbure donné, puis la feuille de verre est mise en contact avec un moule supérieur sous vide présentant une surface de
20 formage, dirigée vers le bas, qui définit une forme cylindrique ayant un rayon de courbure plus grand que ledit rayon donné, et la feuille de verre est enfin transférée sur l'organe en forme de cadre présentant une surface de formage, dirigée vers le haut, qui définit une forme cylindrique ayant un rayon
25 de courbure différent de celui qui est défini par la surface de formage dirigée vers le bas.

10. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que la feuille de verre est tout d'abord mise en contact avec un moule inférieur présentant une surface de formage, dirigée vers
30 le haut, qui définit une forme cylindrique ayant un rayon de courbure donné, puis la feuille de verre est mise en contact avec un moule supérieur sous vide présentant une surface de formage, dirigée vers le bas, qui définit une forme cylindrique ayant un rayon de courbure plus grand que ledit rayon
35 donné, et enfin la feuille de verre est transférée sur l'or-

gane en forme de cadre présentant une surface de formage, dirigée vers le haut, qui définit une forme cylindrique ayant un rayon de courbure plus grand que celui qui est défini par la surface de formage dirigée vers le bas.

5 11. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que la feuille de verre est tout d'abord mise en contact avec un moule inférieur présentant une surface de formage, dirigée vers le haut, qui définit une forme cylindrique ayant un rayon de courbure donné, puis la feuille de verre est mise en contact avec un moule supérieur sous vide présentant une surface de formage, dirigée vers le bas, qui définit une forme cylindrique ayant un rayon de courbure plus grand que ledit rayon donné, et enfin la feuille de verre est transférée sur l'organe en forme de cadre présentant une surface de formage, dirigée vers le haut, qui définit une forme cylindrique ayant un rayon de courbure plus petit que celui qui est défini par la surface de formage dirigée vers le bas.

10 12. Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que la feuille de verre est tout d'abord mise en contact avec un moule inférieur présentant une surface de formage, dirigée vers le haut, qui définit une forme cylindrique ayant un rayon de courbure donné, puis la feuille de verre est mise en contact avec un moule supérieur sous vide présentant une surface de formage, dirigée vers le bas, qui définit une forme cylindrique ayant un rayon de courbure plus grand que ledit rayon donné, et enfin la feuille de verre est transférée sur l'organe en forme de cadre présentant une surface de formage, dirigée vers le haut, qui définit une courbe composite, pour former un profil de cintrage composite dans la feuille de verre.

25 13. Dispositif pour le façonnage d'une feuille de verre, caractérisé en ce qu'il comprend un moule inférieur présentant une surface de formage, dirigée vers le haut, qui définit une forme ayant un degré de courbure donné, un moule supérieur sous vide présentant une surface de formage, dirigée vers le bas et perforée, qui définit une forme ayant un degré de courbure

30
35

moins accentué que celui de ladite courbure donnée, des moyens propres à mettre sous vide le moule de formage sous vide, des moyens pour déplacer l'un au moins des moules entre une position où ils sont à distance l'un de l'autre et une position où ils sont proches l'un de l'autre, d'où il résulte qu'une feuille de verre ramollie par la chaleur, prenant appui sur la surface de formage dirigée vers le haut, fléchit pour épouser cette surface de formage dirigée vers le haut tandis que les moules sont à distance l'un de l'autre, est transférée par aspiration de telle manière que seule sa partie périphérique entre tout d'abord en contact avec la surface de formage dirigée vers le bas au moment où les moules occupent des positions s'approchant de ladite position où ils sont proches l'un de l'autre, et une nouvelle aspiration amène la surface supérieure de la feuille de verre à augmenter sa surface de contact avec la surface de formage dirigée vers le bas, en dedans de son périmètre, pour épouser la forme de cette surface de formage dirigée vers le bas.

14. Dispositif selon la revendication 13, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un organe en forme de cadre présentant une surface de formage, dirigée vers le haut, qui définit une forme ayant un degré de courbure différent de celui de la surface de formage dirigée vers le bas, des moyens pour amener cet organe en forme de cadre dans une position entre le moule inférieur et le moule supérieur sous vide pour que la feuille de verre, appliquée sur la surface de formage, dirigée vers le bas, du moule supérieur sous vide, puisse être transférée sur l'organe en forme de cadre lors de l'interruption du vide dans le moule supérieur sous vide, d'où il résulte que la feuille de verre prend une forme en rapport avec celle de la surface de formage, dirigée vers le haut, de l'organe en forme de cadre.

15. Dispositif selon la revendication 14, caractérisé en ce que la surface de formage, dirigée vers le haut, de l'organe en forme de cadre définit une forme dont la courbure est plus

accentuée que celle du moule supérieur sous vide.

16. Dispositif selon la revendication 14, caractérisé en ce que la surface de formage, dirigée vers le haut, de l'organe en forme de cadre définit une forme qui a une courbure moins
5 profonde que celle du moule supérieur sous vide.

17. Dispositif pour le façonnage d'une feuille de verre, caractérisé en ce qu'il comprend un moule inférieur comportant une surface de formage, dirigée vers le haut, qui présente une courbure cylindrique ayant un rayon de courbure donné autour
10 d'un axe de cintrage donné, et un moule supérieur sous vide comportant une surface de formage, dirigée vers le bas, qui présente une courbure cylindrique ayant un rayon de courbure plus grand autour d'un axe parallèle audit axe donné que ledit rayon donné.

18. Dispositif selon la revendication 17, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens pour modifier la distance entre les moules, un organe en forme de cadre comportant un élément de rail de formage qui définit une courbure cylindrique
15 autour d'un axe parallèle audit axe donné, avec un rayon de courbure différent de celui de la surface de formage dirigée vers le bas, et des moyens pour amener cet organe en forme de cadre dans une position entre les moules tandis que ces der-
20 niers sont éloignés l'un de l'autre.

19. Dispositif selon la revendication 17, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens pour modifier la distance entre les moules, un organe en forme de cadre comportant un élément de rail de formage qui définit une courbure cylindrique
25 autour d'un axe parallèle audit axe donné, avec un rayon de courbure plus grand que celui de la surface de formage dirigée vers le bas, et des moyens pour amener cet organe en forme
30 de cadre dans une position entre les moules tandis que ces derniers sont éloignés l'un de l'autre.

20. Dispositif selon la revendication 17, caractérisé en ce qu'il comprend en outre des moyens pour modifier la distance
35 entre les moules, un organe en forme de cadre comportant un

élément de rail de formage qui définit une courbure cylindrique autour d'un axe parallèle audit axe donné, avec un rayon de courbure plus petit que celui de la surface de formage dirigée vers le bas, et des moyens pour amener cet organe en forme de cadre dans une position entre les moules tandis que ces derniers sont éloignés l'un de l'autre.

21. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 18 à 20, caractérisé en ce que l'organe en forme de cadre comporte un élément de rail de formage qui s'étend transversalement par rapport au premier élément de rail de formage et qui présente une courbure autour d'un axe de cintrage perpendiculaire audit axe donné.

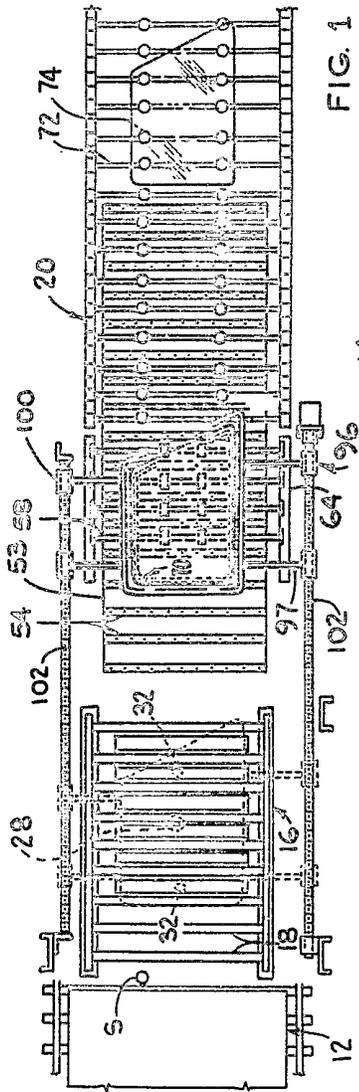


FIG. 1

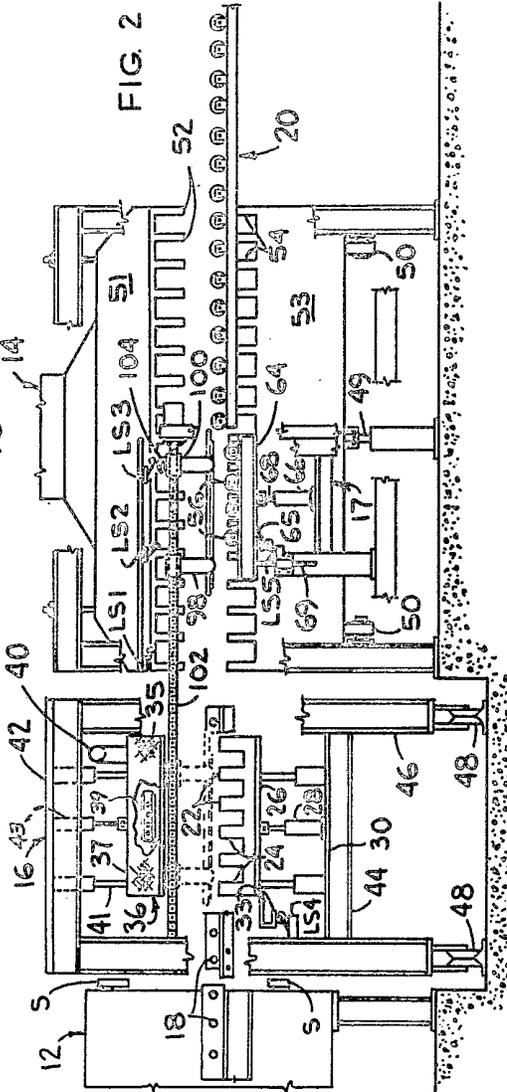


FIG. 2

FIG. 4

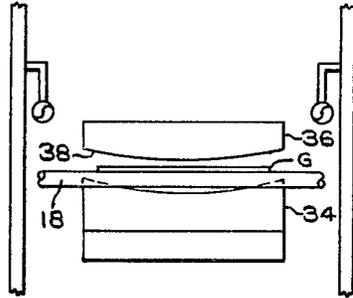


FIG. 5

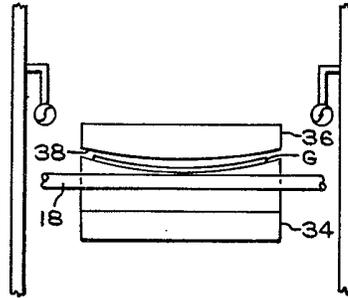


FIG. 6

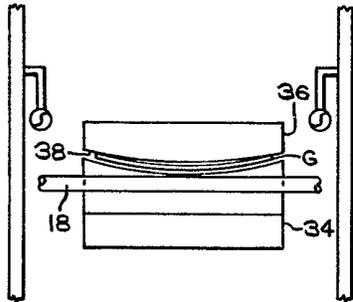


FIG. 7

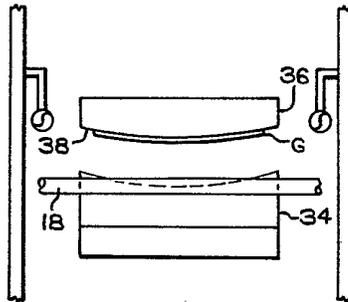


FIG. 8

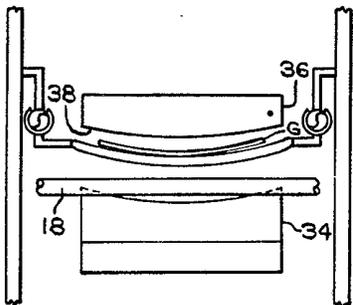
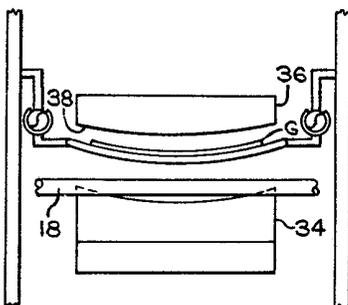


FIG. 9



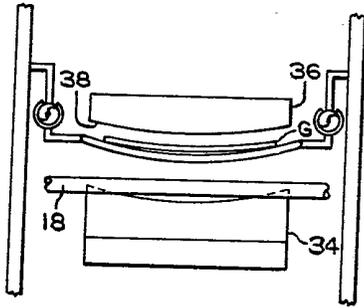


FIG. 10

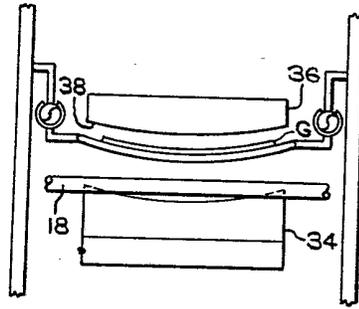


FIG. 11

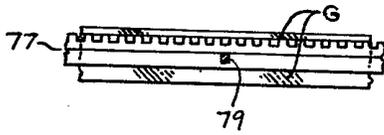


FIG. 12

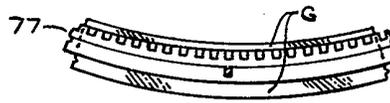


FIG. 13



FIG. 14

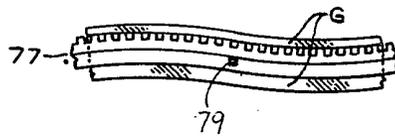


FIG. 15