

ROYAUME DE BELGIQUE**SPF ECONOMIE, P.M.E.,
CLASSES MOYENNES & ENERGIE****Office de la Propriété intellectuelle****NUMERO DE PUBLICATION : 1016541A3****NUMERO DE DEPOT : 2005/0129****Classif. Internat. : C03B****Date de délivrance le : 09 Janvier 2007****Le Ministre de l'Economie,**

Vu la loi du 28 Mars 1984 sur les brevets d'invention, notamment l'article 22;

Vu l'arrêté royal du 2 Décembre 1986 relatif à la demande, à la délivrance et au maintien en vigueur des brevets d'invention, notamment l'article 28;

Vu le procès verbal dressé le 10 Mars 2005 à 14H20 à l'Office de la Propriété Intellectuelle

ARRETE :

**ARTICLE 1.- Il est délivré à : GLAVERBEL
Chaussée de la Hulpe 166, B-1170 BRUXELLES(BELGIQUE)**

représenté(e)s par : BOUVY Jacques, GLAVERBEL Centre R. & D. Départ. Propriété Industrielle, Rue de l'Aurore 2 - B 6040 Jumet.

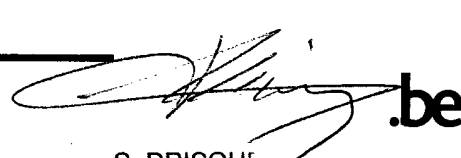
un brevet d' invention d' une durée de 20 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : PROCEDE ET DISPOSITIF DE BOMBAGE DE FEUILLES DE VERRE.

INVENTEUR(S) : Maeda Kenji, Glaverbel-Centre R&D, Rue de l'Aurore 2, B-6040 JUMET (BE)

ARTICLE 2.- Ce brevet est délivré sans examen préalable de la brevetabilité de l'invention, sans garantie du mérite de l'invention ou de l'exactitude de la description de celle-ci et aux risques et périls du(des) demandeurs(s).

Pour expédition certifiée conforme

**Bruxelles, le 09 Janvier 2007
PAR DELEGATION SPECIALE :**


DRISQUE S.
Conseiller
S. DRISQUE
Conseiller**.be**

Procédé et dispositif de bombage de feuilles de verre

La présente invention concerne un procédé et un dispositif pour le bombage de feuilles de verre.

Les feuilles de verre sont portées à température élevée afin de les bomber à partir de feuilles planes. La température de bombage à laquelle correspond un ramollissement du verre se situe aux environs de 5 600-700°C. Différentes techniques sont mises en œuvre pour procéder aux bombages des feuilles de verre, en fonction de la nature du vitrage à produire, de ses dimensions, de sa forme.

Dans la suite il est question du bombage d'une feuille de 10 verre, mais les techniques décrites s'appliquent avec avantage au bombage simultané de deux feuilles de verre lorsque ces feuilles sont destinées à être assemblées ultérieurement sous forme feuilletée au moyen d'une feuille plastique intercalaire.

Différentes techniques sont mises en œuvre pour la 15 production des vitrages bombés notamment des vitrages destinés à l'industrie automobile. Le choix entre ces techniques est fonction de facteurs à la fois techniques et économiques. La complexité des formes à produire et les capacités de production à des cadences élevées sont les facteurs essentiels.

20 Les techniques les plus répandues pour la production de vitrages présentant des courbures très accentuées comportent la mise en forme au moins en partie de la feuille de verre sur un cadre ou squelette de bombage qui confère son profil à la périphérie du vitrage final. Le formage s'opère au moins en partie par gravité sur le cadre.

25 Le bombage peut être entièrement effectué sur le cadre ou faire l'objet également d'un pressage qui lui-même peut concerner soit des portions limitées de la surface de la feuille ou la totalité de celle-ci. Une méthode comprend par exemple une première formation de la feuille de verre sur le cadre, suivie de l'application de la feuille portée par le cadre 30 sur un contre moule.

D'autres techniques associent le bombage sur cadre avec une première mise en forme sur un convoyeur formé de rouleaux dont le profil impose aux feuilles de verre transportées une courbure qui s'accroît au cours de la progression des feuilles dans le four de bombage.

5 La formation des feuilles selon la forme rigoureuse souhaitée est d'autant plus difficile à atteindre que cette forme comporte des courbures composées (bombage dit sphérique par opposition au bombage essentiellement selon une seule direction, dit cylindrique) et que une au moins des courbures est de faible rayon.

10 Lorsque la courbure de faible rayon se situe à proximité des bords du vitrage, selon les usages envisagés, les irrégularités sont parfois tolérables. Lorsque cette courbure se situe loin des bords, les défauts sont beaucoup plus gênants. La réalisation de tels vitrages pose des problèmes que les techniques antérieures ne résolvent qu'avec difficulté pour des
15 raisons diverses.

Les techniques de bombage dont il est question ci-dessus sont toutes étroitement dépendantes de la mise en condition thermique des feuilles. La déformation par gravité est bien évidemment directement dépendante de la température qui conditionne le ramollissement du verre.
20 Mais même lorsque la déformation est en partie effectuée par pressage, le niveau de température auquel celui-ci est effectué est important dans la mesure où il commande le degré de facilité de déformation et par suite les efforts à appliquer et les contraintes qui en résultent dans la feuille.

La distribution des températures permettant de bomber les
25 feuilles dans les meilleures conditions, est fonction de la forme des vitrages produits. Cette distribution et son application dans le temps du procédé peuvent être relativement difficiles à réaliser dans les fours traditionnels.

Les fours de bombage traditionnels comportent principalement des éléments chauffants distribués au-dessus et au-dessous
30 de la feuille de verre. Accessoirement des éléments chauffants sont disposés sur les parois latérales pour maintenir une grande uniformité de température en tout point du four. Dans une certaine mesure la répartition des éléments chauffants sur le trajet des feuilles, aussi bien longitudinalement que transversalement à la progression, permet une
35 modulation de la température sur la surface de la feuille.

Pour atteindre des températures très différenciées ou, ce qui est équivalent, des gradients de température importants sur des zones de dimensions limitées des feuilles, il a été proposé antérieurement de placer

des éléments chauffants à proximité des feuilles de verre aux emplacements nécessitant un apport plus important de chaleur. La configuration des fours peut en partie être adaptée à ce mode de fonctionnement pour autant que les éléments chauffants puissent être positionnés suffisamment longtemps en face des zones concernées pour que le chauffage local atteigne les gradients recherchés. Une difficulté réside alors dans les techniques pour lesquelles la feuille de verre ne peut être immobilisée lors de cette opération de chauffage localisé, qu'elle soit effectuée par exemple sur des rouleaux de mise en forme ou, lorsque la

5
10

feuille repose sur un cadre de bombage.

Le but de l'invention est de résoudre cette difficulté. Pour cela l'invention propose de faire en sorte que l'apport localisé de chaleur suive la progression de la feuille de verre.

Les cadences de production étant fixées aussi élevées que possible la progression des feuilles est relativement rapide. Dans ces conditions il n'est pas possible d'assurer un mouvement des éléments chauffants localisés accompagnant de façon synchronisée la progression des feuilles de verre. Dans une certaine mesure il est possible de disposer des éléments chauffants mobiles face aux feuilles de verre, mais indépendamment de la difficulté qu'il peut y avoir à disposer des mécanismes assurant le déplacement des éléments chauffants, l'étendue des mouvements qu'il est possible d'aménager ne permet pas un suivi suffisamment prolongé des feuilles pour permettre d'atteindre les gradients de température requis.

15
20

L'invention propose de résoudre ce problème en disposant sur le trajet des feuilles de verre un ensemble d'éléments chauffants de dimensions réduites, dont le fonctionnement est commandé de façon programmée de telle sorte que la mise en marche de ces éléments chauffants accompagne la progression de la feuille à traiter.

25

La position de ces éléments chauffants dans le sens de progression des feuilles est fonction des zones des feuilles qui doivent présenter la température la plus élevée. Le chauffage qui doit créer un gradient de température local, intervient cependant lorsque les feuilles sont prêtes pour le bombage suivant des courbures accentuées. Le gradient se résorbe progressivement au cours du temps. Il est donc important de produire ce gradient lorsque la feuille est déjà portée à une température proche de celle à laquelle le bombage est réalisé.

30
35

En pratique, avantageusement selon l'invention on procède au chauffage supplémentaire localisé de la feuille après que celle-ci ait été portée à une température proche de la température de ramollissement qui permet le bombage global limité. Cet apport local peut être effectué dans
5 une zone ou l'apport de chaleur par les moyens traditionnels est achevé ou se poursuit encore. Pour les feuilles de verre ordinairement traitées, verre silico-sodo-calcique dont sont constitués notamment les vitrages destinés à l'automobile, les températures initiales à partir desquelles on procède à une surchauffe locale sont supérieures à 550°C et le plus souvent
10 supérieures à 600°C.

La vitesse de progression des feuilles de verre dans les installations de bombage les plus performantes atteint et même dépasse 10cm/s. Lorsque la zone qui doit être "surchauffée" est de dimension relativement limitée, quelques dizaines de centimètres par exemple, le
15 passage sous un élément chauffant n'est au plus que de quelques secondes. La capacité calorifique du verre et une conduction thermique limitée, même aux températures de bombage, nécessitent cependant en pratique un temps de traitement non négligeable pour former le gradient de température recherché. Pour cette raison il est nécessaire de faire en
20 sorte que plusieurs éléments situés les uns à la suite des autres puissent successivement réchauffer la zone de la feuille qui doit présenter une surchauffe locale.

Par ailleurs la localisation des zones qui doivent supporter ces surchauffes, n'est pas généralement orientée suivant une direction parallèle
25 à la progression des feuilles, et ne s'étend pas non plus nécessairement sur toute la hauteur de ces feuilles. Pour ces raisons il est nécessaire de faire en sorte que la mise en œuvre des éléments chauffants assurant la surchauffe locale, d'une part ne chauffe que la zone concernée à l'exclusion des zones voisines (pour former le gradient nécessaire), et
30 d'autre part que le déplacement de la feuille soit suivi par celui des éléments chauffants intervenants pour cette surchauffe.

Une difficulté particulière à résoudre est liée à l'inertie qui caractérise les dispositifs de chauffage. Il est nécessaire pour assurer une localisation aussi précise que possible de disposer d'éléments dont la
35 montée en température soit aussi rapide que possible, et de même dont la décroissance qui suit se fasse rapidement. Des éléments chauffants présentant la première caractéristique se trouvent dans le commerce. En revanche, ces mêmes éléments, ou plus encore leur boîtier, présentent,

comme nous le verrons plus loin de manière détaillée, une certaine inertie thermique de sorte que la descente en température n'est jamais aussi rapide qu'il serait souhaitable pour pouvoir disposer d'une source de chaleur ajustable instantanément pour suivre toutes les conditions les plus appropriées. Pour cette raison la commande des éléments chauffants doit s'effectuer suivant un processus relativement complexe qui intègre cette particularité.

Le fonctionnement du ou des éléments chauffants mis en œuvre est commandé par les dimensions de la zone de la feuille qui doit être surchauffée. Il est aussi fonction de la vitesse de progression des feuilles et des dimensions du ou des éléments chauffants utilisés pour ce chauffage localisé. Il est enfin fonction des caractéristiques thermiques du ou des éléments chauffants, ainsi que de la distance de celui-ci (ceux-ci) à la feuille de verre.

L'ensemble des considérations précédentes (inertie thermique, vitesse des feuilles, dimension de la zone traitée, dimension des éléments chauffants...) fait qu'en pratique le fonctionnement du ou des éléments chauffants est le plus souvent intermittent. Chaque élément est mis en fonctionnement le temps correspondant sensiblement au défilement du verre le long de cet élément. Les éléments successifs, lorsque plusieurs éléments chauffants sont utilisés, reproduisent le même cycle avec une translation correspondant au déplacement de la feuille de verre.

Le fonctionnement de chaque élément chauffant peut être par "tout ou rien". Les éléments chauffants peuvent aussi suivre un cycle de fonctionnement différent. Par exemple ils peuvent être maintenus entre une puissance de base relativement faible, et mis en puissance plus élevée au passage de la zone de la feuille à surchauffer.

Les éléments chauffants contigus peuvent fonctionner de manière successive ou, au moins sur une partie de leur cycle de fonctionnement, de façon simultanée. Compte tenu des vitesses habituelles de défilement des feuilles de verre dans les fours de bombage, le fonctionnement successif correspond probablement à la forme la plus utile. Le déclenchement du fonctionnement d'éléments successifs peut aussi comporter un intervalle de temps plus ou moins long pendant lequel aucun élément n'est pas alimenté ou alimenté de façon à délivrer une puissance plus restreinte.

A titre indicatif, des éléments de dimensions de l'ordre d'une dizaine de centimètres, pour des vitesses de défilement du verre d'environ

10cm/s, pourront conduire ainsi à moduler le temps de fonctionnement d'environ 0,2 à 2s pour des zones à traiter de quelques dizaines de centimètres.

Pour répondre au mieux aux exigences relatives au conditionnement thermique des feuilles, les éléments d'apport thermique local doivent pouvoir établir des différences momentanées de températures locales avec le reste de la feuille suffisantes pour faciliter le bombage suivant des rayons de courbure de petite dimension et conduisant à des arcs d'angle qui peuvent aller jusqu'à 90 degrés. Le gradient visé est celui qui correspond à la température moyenne dans l'épaisseur de la feuille de verre, étant entendu qu'en pratique les éléments chauffants localisés se situent par commodité d'un seul côté de la feuille, le gradient sera plus important sur la face de la feuille directement exposée aux éléments chauffants en question.

Le gradient utile est fonction du mode d'obtention des courbures accentuées. Il est le plus important pour les courbures qui ne sont produites que par fléchissement sous l'effet de la gravité. Lorsque le procédé mis en œuvre comporte des moyens de pressage, le gradient peut être beaucoup moins marqué.

Plus les rayons de courbure sont petits et l'incurvation prononcée, plus le gradient doit être élevé. Selon l'incurvation, et pour les procédés dans lesquels n'intervient que la gravité, le gradient peut aller jusqu'à 125°C/0,1m. Des valeurs aussi importantes correspondent par exemple à la formation de vitrages dits "panoramiques" dans lesquelles la feuille de verre présente globalement une forme en U, la partie centrale du vitrage étant flanquée de deux parties latérales situées dans des plans pratiquement orthogonaux à cette partie centrale.

Lorsque les incurvations sont moins marquées, et surtout lorsque la technique utilisée comprend la mise en œuvre de moyens de pressage, le gradient peut être sensiblement moins important et peut s'établir par exemple à des valeurs de l'ordre de 10°C/cm ou moins. Si la courbure est peu accentuée, par exemple même si le rayon de courbure reste peu important mais que l'angle d'ouverture de l'arc correspondant reste petit, le gradient de température nécessaire peut ne pas dépasser 5°C/cm.

Ces gradients correspondent sur la surface du verre à des différences de température qui ne dépassent normalement pas une centaine de degrés Celsius. Au-delà, pour les procédés basés sur la

déformation par gravité, la maîtrise des courbures risquerait d'être compromise. Pour les courbures moins accentuées, et les procédés comportant le formage par pressage, les différences de températures ne dépassent pas ordinairement 50°C et se situent le plus souvent à moins de 30°C.

Compte tenu de l'apport limité de chaleur correspondant à chaque élément de chauffage, le temps de séjour sous cet élément étant lui-même limité, et la puissance délivrée ne pouvant dépasser certains seuils qui tiennent en particulier à la nécessité évoquée de disposer d'éléments à faible inertie thermique, la mise en œuvre de l'invention est avantagement effectuée en utilisant plusieurs éléments chauffants individuels. Pour atteindre les gradients indiqués ci dessus, il est nécessaire, comme les exemples développés plus loin le montrent, de faire intervenir successivement au moins une dizaine d'éléments individuels au passage d'une même feuille et souvent une vingtaine ou même une trentaine d'éléments. Ces éléments peuvent être rassemblés par groupe pour faciliter leur mise en œuvre.

La suite de la description et des exemples est faite en se reportant au procédé dans lequel le formage s'effectue de façon continue sur des rouleaux, éventuellement avant d'être achevé sur cadre, mais les moyens et les dispositifs présentés peuvent être utilisés dans toutes les techniques nécessitant un apport local d'énergie au cours du processus de bombage.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre pour la compréhension de laquelle on se reportera aux dessins annexés parmi lesquels :

- la figure 1 représente de façon schématique une feuille de verre bombée présentant une forme complexe du type pour lequel la mise en œuvre de l'invention s'avère particulièrement utile;
- la figure 2 représente de façon schématique un procédé de bombage auquel l'invention peut être appliquée;
- la figure 3 montre en vue de dessus schématique la partie du procédé de la figure 2 relative à l'invention;
- la figure 4 est un graphique illustrant le comportement typique d'un élément chauffant isolé;

- la figure 5 est un graphique illustrant l'évolution des températures d'un élément chauffant soumis à une série de cycles de chauffage;

5 - la figure 6 est un graphique représentant le fonctionnement d'une série de 5 éléments chauffants au passage de 2 feuilles de verre successives;

- la figure 7 montre l'évolution de différents points d'une feuille de verre exposée suivant l'invention à une série d'éléments chauffants;

10 - la figure 8 est la reproduction des mesures de température de la figure précédente, montrant la disposition le long de la feuille de verre;

- les figures 9a et 9b illustrent la distribution des températures sur la surface de la feuille de verre;

15 - la figure 10 est une illustration schématique d'un mode de mise en œuvre dans lequel la zone de courbure plus intense n'est pas dans la direction de progression de la feuille de verre;

- les figures 11a et 11b montrent la disposition des zones traitées selon l'invention.

20 La feuille de verre (1) présentée à la figure 1 est du type comportant une partie centrale dont les rayons de courbure (R_x et R_{y1}) suivant les directions X et Y, sont relativement limités, mais qui comporte sur les cotés(2,3) et dans la direction Y, des ailes formant des zones de courbures à faible rayon (R_{y2}). La conjugaison des courbures dans les zones à faible rayon impose un surcroît de température pour permettre le
25 bombage adéquat.

Cette température localement plus élevée est d'autant plus nécessaire, lorsque le bombage s'effectue par simple effet de gravité. Dans ce cas le fléchissement du verre dans ces zones doit être facilité sans pour
30 autant risquer des déformations non souhaitées des zones de la feuille qui ne doivent montrer qu'une courbure limitée. Pour cette raison il est nécessaire localement, et de manière limitée dans le temps, d'établir un gradient de température significatif entre cette zone de faible rayon de courbure et celles voisines, de rayon beaucoup plus important.

35 Une telle mise en forme est du type de celle proposée par exemple dans le procédé décrit dans la publication de brevet antérieure US 2004/0244424 A1 et qui est représentée de façon schématique à la figure 2.

Dans ce procédé la feuille à bomber (6) passe par plusieurs étapes de transformation. Dans une première étape la feuille est véhiculée par un convoyeur à rouleaux (5) dans un four (4) le temps de la porter à la température adéquate pour la formation par gravité d'une forme
5 intermédiaire présentant des courbures relativement peu accentuées.

Dans le procédé en question, la formation des courbures limitées est réalisée par passage rapide sur une série de rouleaux convoyeurs présentant un profil dont la courbure s'accroît progressivement. Le temps de passage des rouleaux au dispositif de
10 pressage est limité de sorte que la feuille de verre ne subit qu'un refroidissement limité avant d'être soumise à la courbure finale par pressage au moyen d'un cadre (7) sur lequel la feuille est déposée, cadre qui est ensuite appliqué avec la feuille sur un contre-moule (8). Une fois le formage effectué, la feuille (6) portée par le cadre (7) est rapidement
15 refroidie dans une étape de trempe (9) pour figer sa forme et lui conférer les propriétés mécaniques souhaitées.

Dans cette succession la formation des courbures accentuées le long des côtés de la feuille est principalement réalisée au cours de la seconde étape, celle de pressage de la feuille entre le cadre (7) et le
20 contre-moule (8). Le fait d'imposer une pression n'est pas sans conséquences sur la qualité du vitrage résultant. L'effort appliqué pour obtenir cette courbure importante est d'autant plus grand que la température de la feuille a été maintenue au niveau qui est nécessaire pour obtenir la courbure préalable par simple gravité, sans aller au-delà
25 afin d'éviter des déformations excessives.

Cet effort fait que, par exemple, le cadre (7) support de la feuille dans l'étape de pressage, a tendance à marquer le verre ou même à occasionner des casses. Ces marques sont limitées à la périphérie du vitrage. Elles sont néanmoins bien perceptibles sur les vitrages utilisés de
30 façon affleurante sur les véhicules automobiles. Elles le sont d'autant plus qu'elles sont situées sur la face de ces vitrages tournée vers l'extérieur. De même la pression de la feuille sur la face du contre-moule peut occasionner des marques indésirables.

L'effort de pressage est également la cause de contraintes
35 introduites dans les zones de courbures importantes, modifiant les caractéristiques mécaniques des feuilles.

L'application forte du cadre sur la feuille introduit aussi des risques de défauts sur la zone périphérique, défauts qui fragilisent la

feuille. Ces défauts sont en partie de résultat du "choc" thermique causé par le contact du cadre relativement froid avec la feuille de verre. Plus la pression exercée est importante, plus le transfert thermique lors du contact est intense, et plus le risque de micro-fissures, écailles etc. est élevé.

5 Le choix d'appliquer les solutions de l'invention, à savoir créer aux emplacements de courbure accentuée une élévation locale de température par rapport au reste de la feuille, permet de pallier ces difficultés en facilitant la formation de cette courbure. Sur la figure 2, l'accroissement local de température est obtenu au moyen de séries
10 d'éléments chauffants (10) mis en œuvre entre la sortie du four (4) avant l'étape de pressage.

La difficulté est de faire en sorte que l'élévation de température se concentre uniquement aux emplacements des fortes courbures et en un temps suffisamment court pour qu'au cours de cette
15 opération, la formation de marques soit évitée, formation qui est favorisée par les hautes températures atteintes. Dans la pratique l'espace sur lequel cette intervention est menée est parcouru en moins d'une minute et avantageusement en moins de trente secondes. C'est dans cet intervalle de temps restreint que la différence de température locale doit être établie.
20 Dans tous les cas le temps imparti pour la surchauffe locale est nécessairement limité. Le gradient de température que l'on s'efforce de développer s'estompe en effet au cours du temps. En pratique la conduction thermique du verre aux températures de traitement reste relativement modérée de sorte qu'elle intervient peu dans le choix des
25 conditions de mise en œuvre.

La figure 3 présente en vue de dessus un schéma de réalisation de l'invention appliquée par exemple au procédé dont il vient d'être question.

Le cheminement des feuilles (11,12) préalablement
30 "préformées" par chauffage jusqu'à ramollissement dans un four (4) de type tunnel se poursuit sur le convoyeur à rouleaux (5) avant que les feuilles ne soient placées sur les cadres (7) pour pressage.

Au-dessus des feuilles (11,12) des séries d'éléments chauffants (13) sont disposées en regard des zones des feuilles dans lesquelles un
35 accroissement de température doit être appliqué. A la figure 3 une seule série est représentée. Une autre série semblable (non-représentée) est nécessaire pour un vitrage présentant une disposition symétrique.

Si les zones en question s'étendent sur la totalité des hauteurs des feuilles un chauffage continu des éléments permet un traitement sur toute la bande de la feuille faisant face aux éléments chauffants. Dans la mesure où l'application doit être différenciée sur la hauteur, ce qui est le plus fréquent, il est nécessaire de procéder selon l'invention en faisant en sorte que les apports de chaleur suivent le mouvement des feuilles.

Il faut noter que le chauffage préalable dans le four est mené de manière sensiblement homogène dans le sens de progression, et la température résultante avant mise en œuvre des éléments chauffants localisés est relativement uniforme.

De façon générale, la mise en œuvre de l'invention comprend l'apport thermique localisé, apport thermique qui est contrôlé pour s'appliquer dans n'importe quelle zone limitée tant transversalement (direction Y) que longitudinalement (direction X) de la feuille de verre.

Le principe de mise en œuvre consiste à moduler le fonctionnement des éléments chauffants, tels que H1, H2... sur la figure 3, modulation qui est commandée en fonction du passage à l'aplomb de la zone de la feuille dont la température doit être accrue.

L'action de chaque élément est commandée dans le temps pour n'intervenir que pendant le passage de la feuille. Les séquences des éléments mis en œuvre se déplacent avec la feuille, les éléments eux-mêmes restant essentiellement immobiles dans le sens de progression des feuilles. L'absence de mobilité des éléments chauffants évite la présence de mécanismes complexes situés dans des parties de l'installation portée à forte température. La réalisation de ces dispositifs est donc facilitée.

Pour pouvoir efficacement moduler l'apport thermique à partir des éléments chauffants de la façon qui vient d'être indiquée, il est nécessaire de disposer d'éléments dont les caractéristiques sont susceptibles d'être modifiées de façon quasi instantanée. En pratique, il est cependant nécessaire de tenir compte des limites des moyens usuels mis en œuvre, notamment de l'inertie thermique des éléments chauffants et de leur boîtier. Il existe dans le commerce des éléments dont l'inertie est très limitée. Selon l'invention, on utilise ces éléments de préférence aux éléments traditionnels tels que les résistances comportant une forte capacité calorifique.

Les éléments chauffants sont en outre avantageusement de dimensions restreintes pour pouvoir appliquer l'apport de manière aussi précise que possible. En pratique cependant il est superflu de rechercher

des dimensions qui seraient moindre que la distance des éléments chauffants à la feuille de verre en raison de la dispersion de l'apport thermique inévitable qu'entraîne cette distance. Dans ces conditions s'il est
5 20cm, en pratique des dimensions inférieures à 5cm n'apportent pas de précision supplémentaire pour la zone traitée, et conduirait à multiplier le nombre des éléments nécessaires.

Le graphique de la figure 4 illustre le fonctionnement dans le temps d'un élément chauffant tel que mis en œuvre selon l'invention. Sur
10 le graphique le temps en seconde est porté en abscisse. En ordonnée axe gauche, figurent les températures en °C, et en ordonnée axe droit, des apports d'énergie indicatifs délivrés par l'élément considéré. Le fonctionnement proposé est ici en tout ou rien.

La température indiquée est celle de l'élément chauffant TH.

15 La puissance appliquée dans le cas présenté est de 60 kW. Cette puissance est appliquée de façon instantanée pour étudier le degré de rapidité de réponse qui peut être obtenu à l'aide de cet élément chauffant.

La température TH initiale de l'élément chauffant est
20 d'environ 725°C. L'apport énergétique passe instantanément à 60 kW pendant un intervalle d'une seconde puis est interrompu. La température de l'élément chauffant pendant ce bref intervalle progresse de façon extrêmement rapide passant de 725 à 830°C au moment où l'alimentation de l'élément est de nouveau interrompue.

25 La montée en température de l'élément est pratiquement linéaire. Sa rapidité rend compte de la faible inertie de la partie effectivement active de l'élément chauffant. Lorsque l'alimentation est interrompue l'élément se refroidit mais la décroissance de la température moins rapide que la montée, rend compte de l'inertie de l'élément
30 chauffant dans son ensemble (incluant son boîtier) et de la manière dont l'énergie est dissipée à partir de cet élément. La descente en température sans autre intervention s'étend dans le cas envisagé sur une dizaine de secondes pour retrouver pratiquement la température initiale.

Le fonctionnement de l'élément chauffant n'est pas limité à
35 une impulsion. La figure 5 illustre le comportement de l'élément chauffant à une série d'impulsions. L'essai est effectué sur un banc et la température ambiante est fixée à 600°C. La durée de chaque impulsion est de une seconde, et le temps de chaque cycle est de 8 secondes.

Le graphique de la figure 5 montre la température de l'élément chauffant TH. La répétition de multiples impulsions conduit nécessairement à une croissance des températures enregistrées pour l'élément chauffant tant en "pic" qu'en température de "vallée". Partant de
5 600°C, la température de vallée après les 18 impulsions monte à environ 710°C.

Partant de ce qu'un élément est insuffisant pour élever la température de manière à créer le gradient de température recherché entre la zone traitée et le reste de la feuille de verre, les éléments sont mis en
10 série les uns à côté des autres, chacun intervenant pour renforcer l'action de l'élément précédent.

Dans l'exemple, faisant l'objet de la figure 6, les 7 éléments successifs tels que représentés à la figure 3 sont actionnés l'un après l'autre suivant les mêmes cycles. La présence des éléments contigus ne modifie
15 pas de façon sensible leur comportement respectif. Les trains d'impulsions appliqués à ces divers éléments visent systématiquement la même zone de chaque feuille de verre. La figure présente deux séries d'impulsions pour deux feuilles successives.

Dans l'exemple rapporté la première impulsion correspond au
20 passage sous la zone concernée du bord de la feuille de verre. La décroissance de la température et l'énergie rayonnée en conséquence par le premier élément chauffant continue de réchauffer le verre après que celui-ci ait progressé et qu'un nouvel élément soit mis en marche, et ainsi de suite. La succession des éléments chauffants et leurs effets cumulés, y
25 compris ceux résultants de l'inertie de ces éléments, conduit à un échauffement progressif sur toute la feuille de verre le long de la direction correspondant à la position des éléments chauffants.

Le principe correspondant à ce mécanisme est évalué (figure 7) sur l'évolution d'une feuille de verre dont la hauteur suivant la direction
30 des séries d'éléments chauffants est de 640mm. Les températures sont déterminées au début et à la fin de la feuille (points 0 et 640mm), et en trois points équidistants (160, 320, 480mm).

La température initiale de la feuille est de 650°C. Le fonctionnement de chaque élément d'une longueur de 160mm est
35 systématiquement d'une seconde, et le verre progresse de 160mm/s, conduisant ainsi le déclenchement de chaque élément au passage du bord (point 0) de la feuille.

Les températures des différents points sur la ligne faisant face aux éléments chauffants montre qu'il est possible de créer des différences sensibles. Cette différence à l'issue de ce chauffage supplémentaire atteint dans le cas présent une vingtaine de degrés entre la température de la zone soumise à l'action des éléments chauffants et le reste de la feuille.

La figure 8 illustre aussi les résultats de la figure 7. Cette présentation montre la distribution de la température le long de la ligne de chauffage supplémentaire, et son évolution dans le temps. Les lignes successives partant du niveau 650°C correspondent au temps 5, 15, 20 et 25 secondes. Cette figure montre la progression des écarts de température. D'une feuille à température uniforme de 650°C, la montée en température est relativement rapide jusqu'aux alentours de 700°C. La progression ensuite est moins marquée. La configuration choisie est telle que l'on parvient à des températures, et des écarts de température, excédentaires par rapport aux besoins habituels pour la formation de courbures accentuées.

La figure 9 est une représentation en vue de dessus de la distribution des températures dans le plan de la feuille. Les éléments chauffants ont aussi une certaine largeur. Elle montre la distribution par aires sur la feuille. La figure 9a correspond à une énergie de 250kW/m² et des temps de chauffe des éléments de 1 seconde. La figure 9b se différencie par des temps de chauffe de seulement 0,5 seconde. On voit par ce biais une possibilité de moduler le gradient de température imposé de même que les températures maximales atteintes.

Dans le cas présenté en 9a, l'écart obtenu est d'environ 25 à 30°C. Dans le cas 9b l'écart est sensiblement plus réduit entre les zones les plus chaudes et le reste de la feuille, environ une vingtaine de degrés.

La disposition des directions de bombage n'est pas le plus fréquemment parallèle à l'axe du vitrage. Au contraire ces lignes de courbure, pour les vitrages de type lunette arrière ou pare-brise par exemple, suivent généralement des directions obliques, plus ou moins parallèles aux bords de ces vitrages lesquels ont le plus souvent une forme trapézoïdale.

Les figure 11a et 11b illustrent de façon schématique les deux types de localisation des zones recevant le complément de chauffage. En 11a est présentée une zone résultant d'un chauffage réalisé comme précédemment dans une direction parallèle à l'axe de progression du verre

alors que la figure 11b correspond à une zone de forte courbure située approximativement parallèle aux bords de la feuille.

Pour répondre à cette disposition il est nécessaire de faire en sorte que les éléments chauffants se situent comme représenté à la figure 5 10, donc suivant un certain angle par rapport à l'axe de progression de la feuille de verre. Pour tenir compte des formes différentes à traiter les éléments chauffants sont donc avantageusement disposés de façon à pouvoir pivoter jusqu'à présenter l'angle correspondant à la forme du vitrage traité. Par ailleurs pour tenir compte des mouvements relatifs de la 10 feuille et des éléments chauffants, ceux-ci sont par exemple mobiles en translation dans un sens transversal par rapport à la direction de progression et sont animés d'un mouvement garantissant à tout moment le positionnement de ces éléments suivant la ligne de forte courbure du vitrage. A la figure 10, le sens de progression du verre est indiqué par une 15 flèche simple dirigée de gauche à droite.

Deux feuilles (13,14) passent sous plusieurs séries d'éléments chauffants (15,16,17,18,19), toutes faisant le même angle avec l'axe de progression des feuilles. Chaque série est animée d'un mouvement de translation alterné symbolisé par une flèche double, mouvement qui est de 20 direction transversale par rapport au sens de déplacement des feuilles de verre. Au passage d'une feuille, par exemple (14), une première série (19) d'éléments chauffants vient en position au-dessus de la zone de la feuille à chauffer localement. Cette première série passe ensuite progressivement d'une position la plus voisine de l'axe du dispositif (position qui est celle à 25 cet instant d'une seconde série d'éléments chauffants 18) à la position plus distante par le mouvement l'éloignant de cet axe jusqu'à occuper la position extrême qui est celle de l'élément de la série d'éléments (17) à l'instant considéré. Le mouvement en sens inverse s'opère pour ramener les éléments successifs en position au-dessus de la zone de la feuille à 30 chauffer.

En variante de cette disposition il est possible également d'utiliser des batteries d'éléments chauffants s'étendant dans deux directions et distribués en damier. Dans ce cas une commande adéquate de la série d'éléments se succédant dans une direction diagonale 35 appropriée permet de reproduire la ligne sans devoir mobiliser les éléments chauffants.

REVENDICATIONS

1. Procédé de bombage de feuilles de verre comportant un chauffage de la totalité de la feuille de verre progressant de façon continue dans un four, chauffage jusqu'à une température voisine de la température de ramollissement de la feuille, et sur la feuille ainsi préalablement chauffée, l'application d'un chauffage localisé dans les zones de la feuille devant subir les courbures les plus fortes, le chauffage localisé étant réalisé au moyen d'éléments chauffants situés en regard des zones de fortes courbures, la progression de la feuille étant suivie par le déclenchement ou l'accroissement de la puissance délivrée, successif d'une ou plusieurs séries d'éléments chauffants disposés en regard des zones de la feuille soumises à ce chauffage supplémentaire.

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel la température de la feuille de verre, préalablement au chauffage localisé, est supérieure à 550°C.

3. Procédé selon la revendication 2, dans lequel la température de la feuille de verre, préalablement au chauffage localisé est supérieure à 600°C.

4. Procédé selon l'une des revendications précédentes, dans lequel les zones de fortes courbures des feuilles sont soumises à un chauffage localisé pour conduire à un gradient de température de ces zones par rapport au reste de la feuille qui est au plus égal à 10°C/cm.

5. Procédé selon la revendication 4 dans lequel le gradient de température est au plus égal à 5°C/cm.

6. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel le chauffage localisé de la feuille de verre, est effectué en un temps qui ne dépasse pas 60 secondes et avantageusement ne dépasse pas 30 secondes.

7. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel le chauffage localisé est assuré au moyen de séries d'éléments chauffants de dimension dans le sens de progression des feuilles de verre telle que le temps d'exposition d'un point de la feuille à cet élément chauffant de cette série ne soit pas de plus de 2 secondes, et avantageusement, pas de plus de 1 seconde.

8. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel la succession de déclenchements ou d'accroissements de puissance délivrée par chaque élément chauffant d'une série d'éléments, suit la progression de la feuille de verre de manière sensiblement synchronisée.

5 9. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes dans lequel chaque élément chauffant individuel présente une dimension dans le sens de progression de la feuille de verre qui n'est pas supérieure à 20cm.

10 10. Procédé selon l'une des revendications précédentes dans lequel les séries d'éléments chauffants sont alignés dans une direction non-parallèle à la direction de progression des feuilles de verre.

15 11. Procédé selon la revendication 10 dans lequel les séries d'éléments chauffants sont mobiles dans une direction transversale à la direction de progression des feuilles de verre, ces séries étant animées d'un mouvement de translation maintenant la série d'éléments en regard de la zone de la feuille devant subir un chauffage localisé au cours de la progression de cette feuille.

20 12. Procédé de bombage de feuilles de verre dans lequel les feuilles de verre sont transportées le long d'un four tunnel les portant à la température de ramollissement et sur un convoyeur à rouleaux dont la disposition assure un premier bombage, les feuilles pré-bombées, étant soumise à un chauffage localisé le long des zones des feuilles devant subir des courbures de faible rayon jusqu'à obtention dans ces zones d'un gradient de température suffisant pour faciliter la formation ultérieure de ces courbures, et comprenant une étape de bombage final au cours duquel les courbures de faible rayon sont réalisées.

30 13. Procédé selon la revendication 12 dans lequel le bombage final est obtenu par une opération de pressage, cette opération comprenant la mise en place des feuilles pré-bombées et surchauffées localement, sur un cadre de forme et dimensions correspondant à la périphérie des feuilles, lequel cadre vient appliquer les feuilles sur un contre-moule donnant aux feuilles leur forme finale, les feuilles ainsi formées étant ensuite refroidies.

Fig. 1

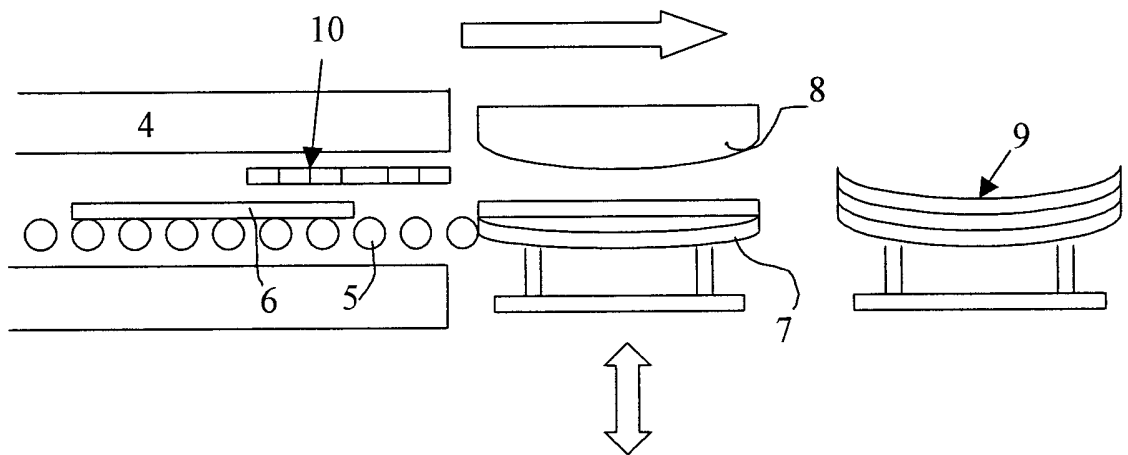
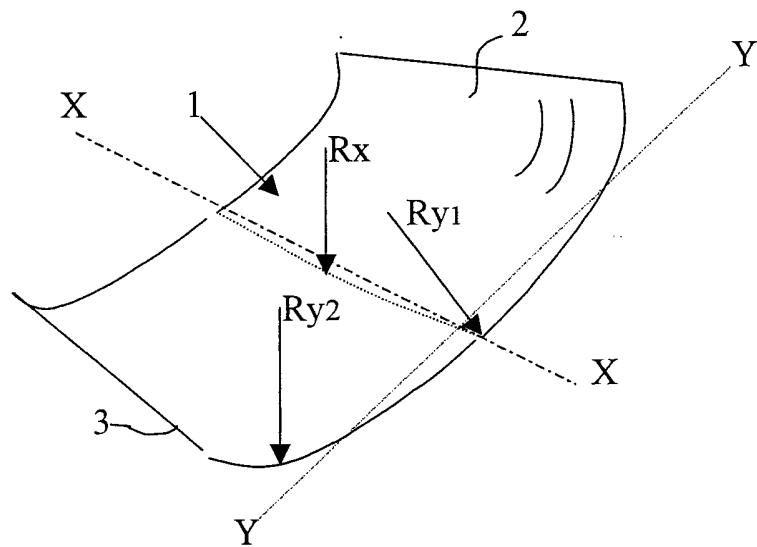


Fig. 2

2005/0129

Fig.3

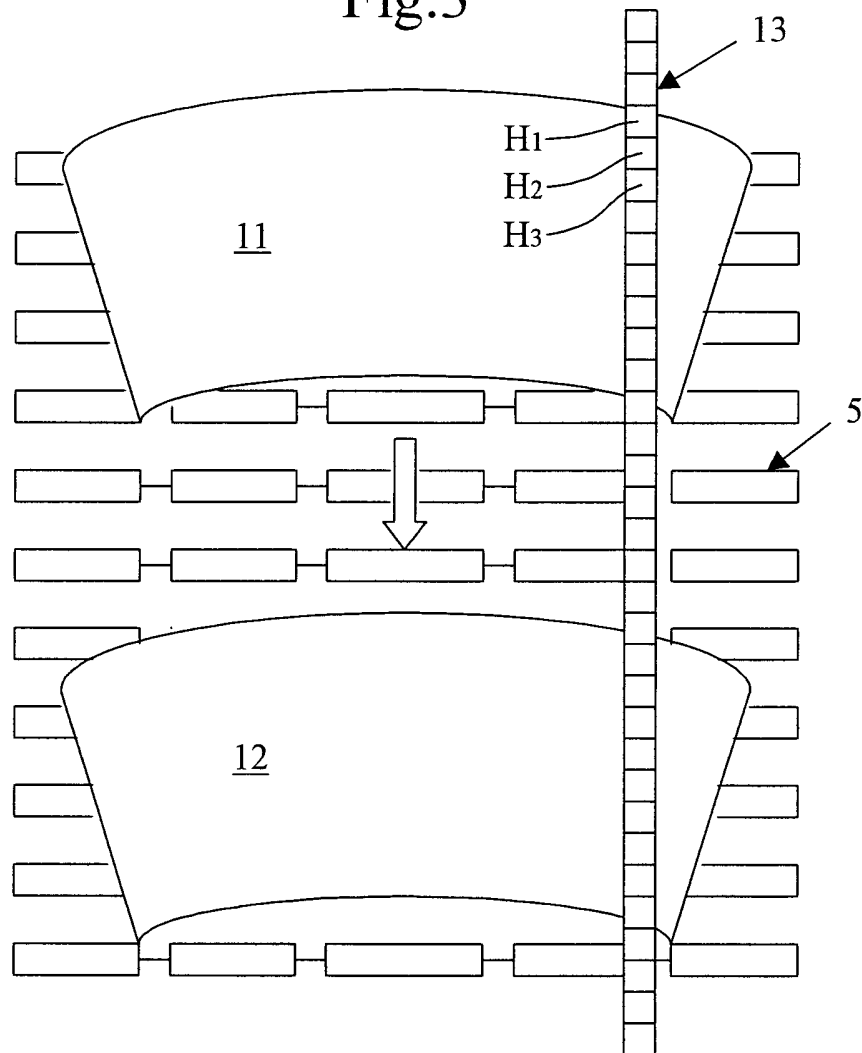
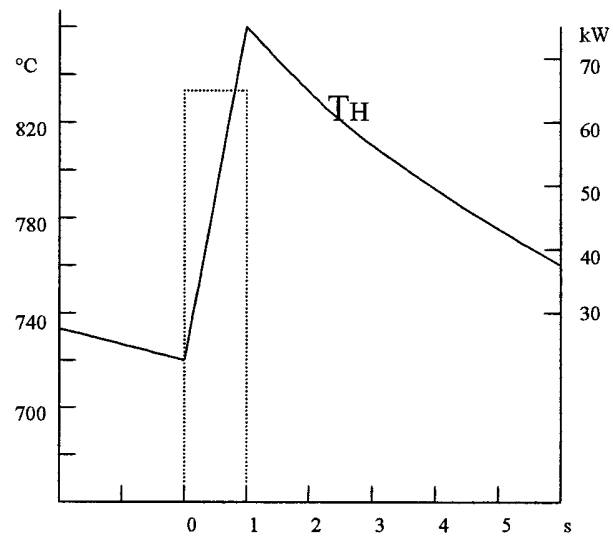


Fig.4



2005/0129

Fig.5

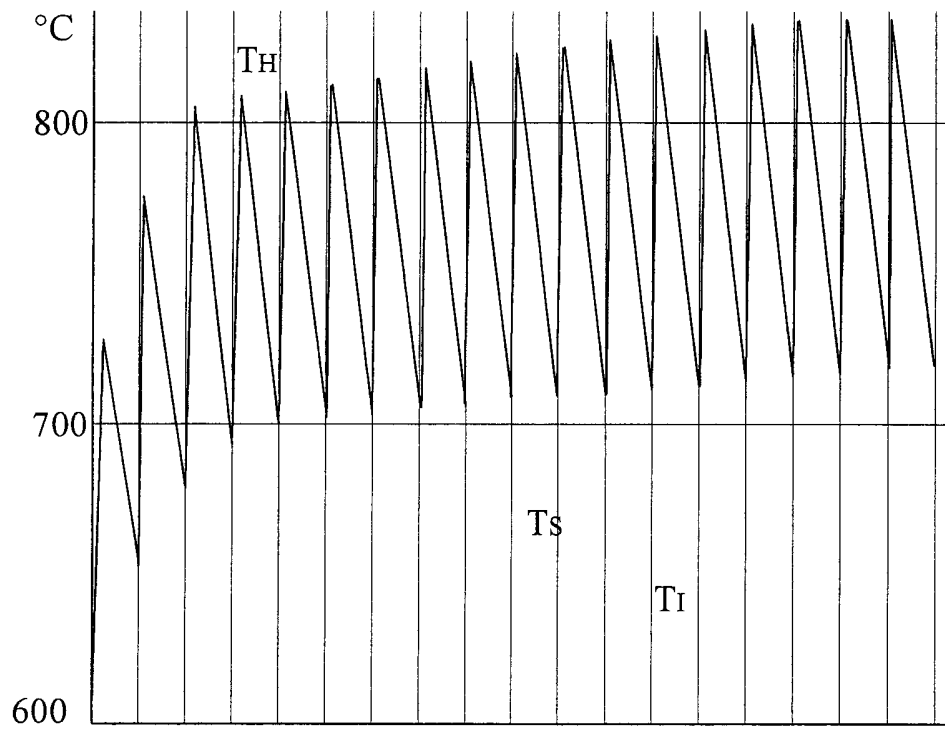
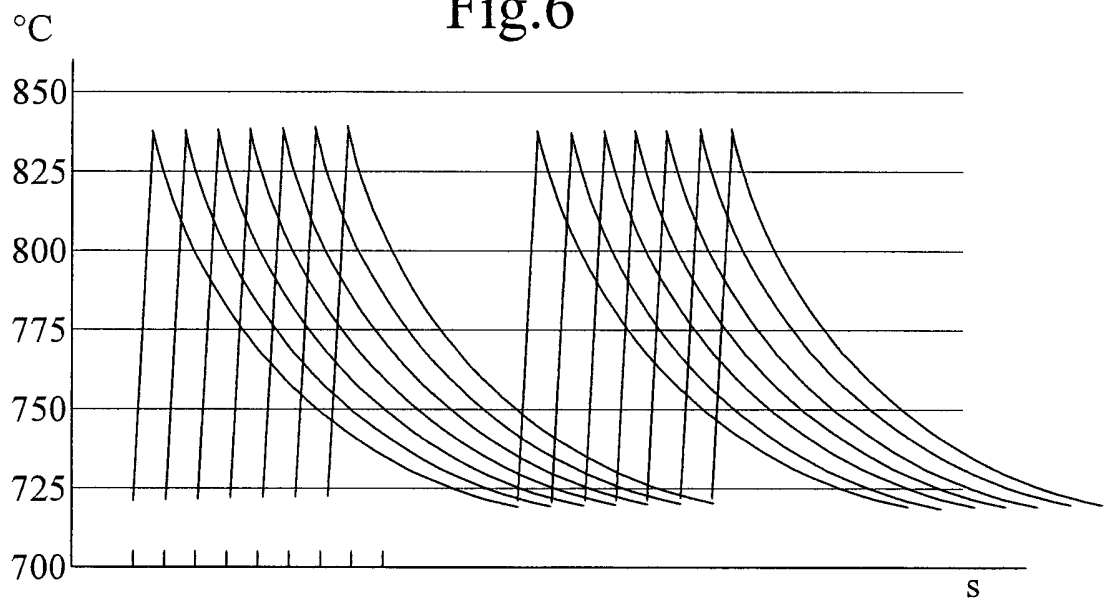


Fig.6



2005/0129

Fig.7

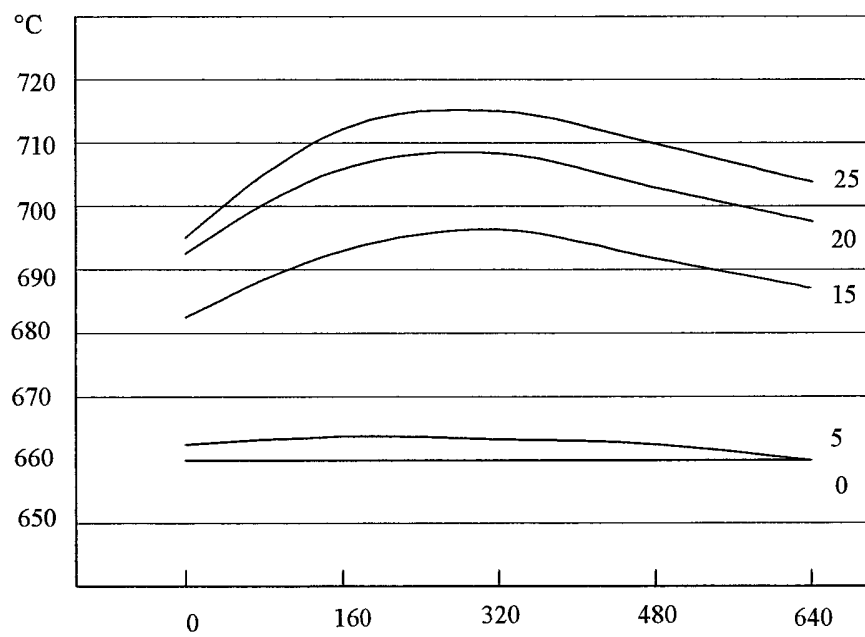
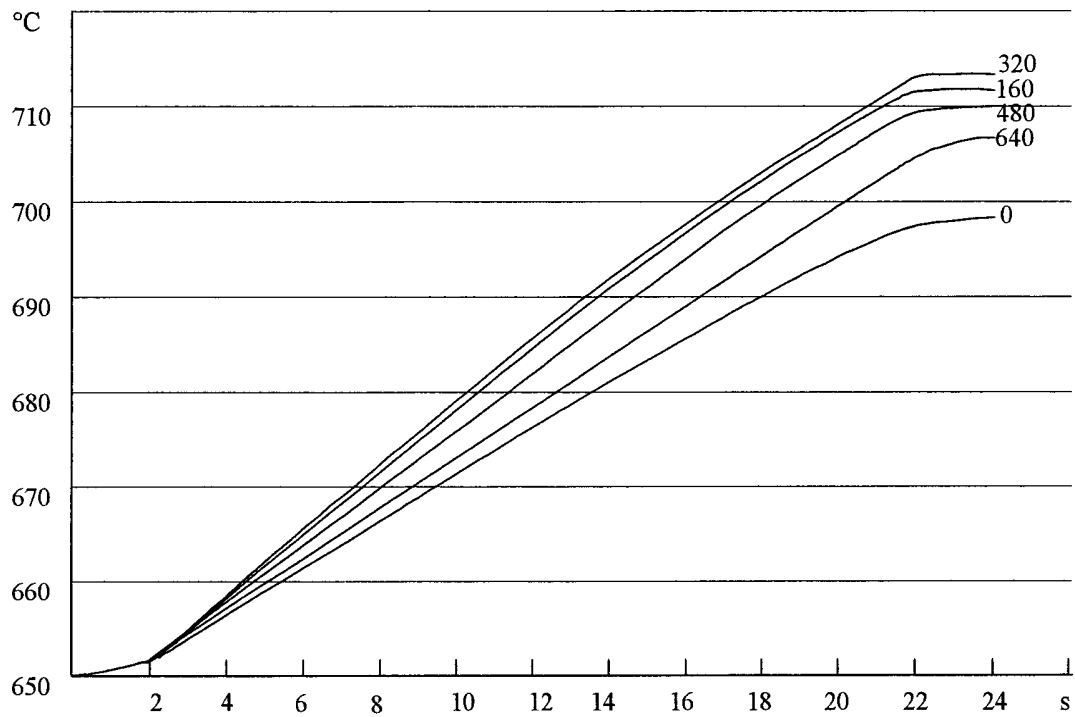


Fig.8

2005/0129

Fig.9a

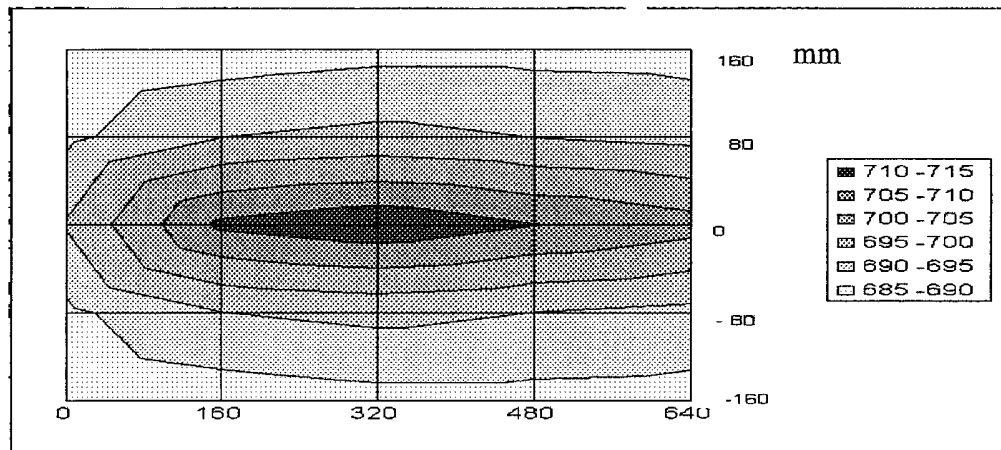
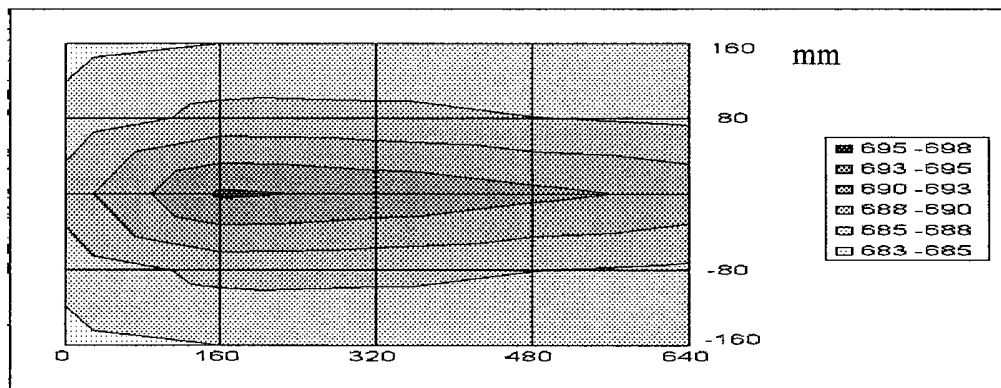


Fig.9b



2005/0129

Fig.10

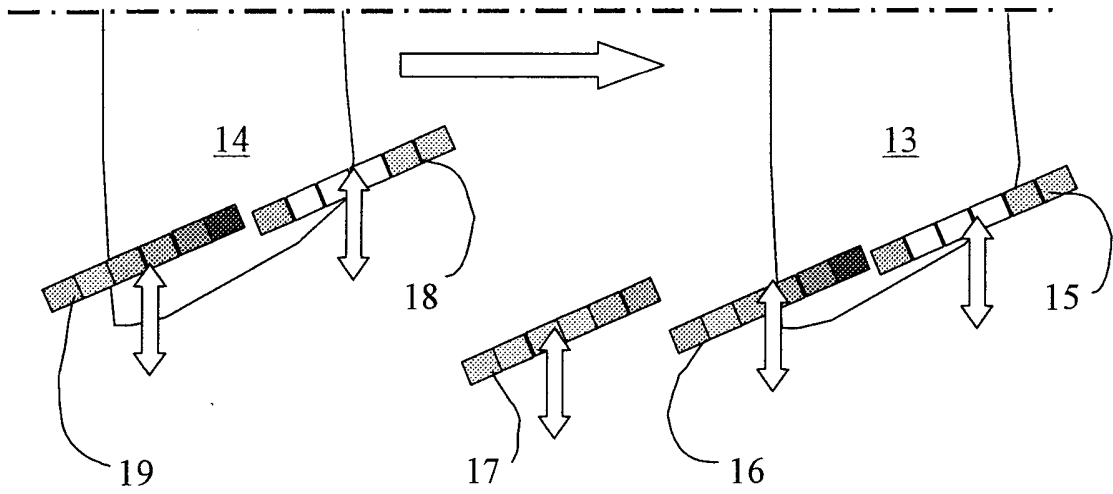


Fig.11a

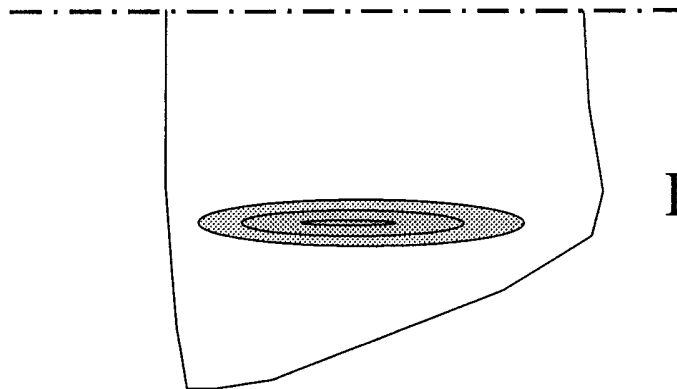
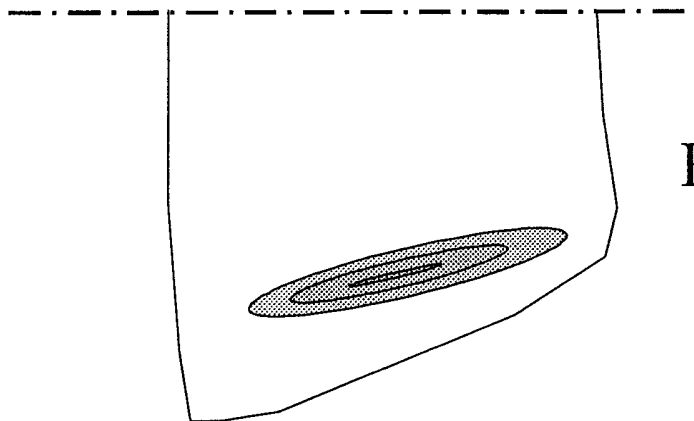


Fig.11b



ABRÉGÉ

Procédé et dispositif de bombage de feuilles de verre

La présente invention concerne le bombage de feuilles de verre.

Le bombage selon l'invention comporte un chauffage de la totalité de la feuille de verre progressant de façon continue dans un four, jusqu'à une température voisine de la température de ramollissement de la feuille, et sur la feuille ainsi préalablement chauffée, l'application d'un chauffage localisé dans les zones de la feuille devant subir les courbures les plus fortes, le chauffage localisé étant réalisé au moyen d'éléments chauffants situés en regard des zones de fortes courbures, la progression de la feuille étant suivie par le déclenchement ou l'accroissement de la puissance délivrée, successif d'une ou plusieurs séries d'éléments chauffants disposés en regard des zones de la feuille soumises à ce chauffage supplémentaire.



- mettre en 2 part form entré : courbures et la progression,
- mettre les signets de référence
- cité CPA, EP 0376 509, EP 0 437 913 au moins

A traiter avec BO 9047, très proche



REQUEST FOR FEEDBACK

Examiner

Marrec, P
1218-04063

Date

21 octobre 2005



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE
établi en vertu de l'article 21 § 1 et 2
de la loi belge sur les brevets d'invention
du 28 mars 1984

Numero de la demande
nationale

BO 9046
BE 200500129

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.7)
A	EP 0 376 509 A (FORD MOTOR COMPANY LIMITED; FORD-WERKE AKTIENGESSELLSCHAFT; FORD FRANCE) 4 juillet 1990 (1990-07-04) * figures 4,10 *	1-13	C03B29/08
A	EP 0 437 913 A (CASSO-SOLAR CORPORATION) 24 juillet 1991 (1991-07-24) * figure 3 *	1-13	
A	EP 0 486 952 A (TAMGLASS OY; TAMGLASS ENGINEERING OY) 27 mai 1992 (1992-05-27) * figures 1-5 *	1-13	
A	EP 1 140 713 A (ASAHI GLASS COMPANY LTD) 10 octobre 2001 (2001-10-10) * figures 1-9 *	1-13	
A	WO 2004/099094 A (ASAHI GLASS COMPANY, LIMITED; MAEDA, KENJI) 18 novembre 2004 (2004-11-18) * figure 6 *	1-13	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2002, no. 04, 4 août 2002 (2002-08-04) -& JP 2001 354440 A (ASAHI GLASS CO LTD), 25 décembre 2001 (2001-12-25) * abrégé; figure 7 *	1-13	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7) C03B
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1995, no. 05, 30 juin 1995 (1995-06-30) -& JP 07 053229 A (ASAHI GLASS CO LTD), 28 février 1995 (1995-02-28) * abrégé; figures 1,3 *	1-13	
A	US 4 726 832 A (KAJII ET AL) 23 février 1988 (1988-02-23) * le document en entier *		
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
21 octobre 2005		Marrec, P	
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES			
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET BELGE NO.**

BO 9046
BE 200500129

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

21-10-2005

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0376509	A	04-07-1990	CA 1324490 C DE 68912754 D1 DE 68912754 T2 MX 172662 B US 5176733 A	23-11-1993 10-03-1994 19-05-1994 06-01-1994 05-01-1993
EP 0437913	A	24-07-1991	US 4957532 A	18-09-1990
EP 0486952	A	27-05-1992	DE 69113953 D1 JP 4275928 A US 5470367 A	23-11-1995 01-10-1992 28-11-1995
EP 1140713	A	10-10-2001	CZ 20011704 A3 DE 60022160 D1 WO 0123310 A1 JP 2001089172 A MX PA01005348 A	12-12-2001 29-09-2005 05-04-2001 03-04-2001 27-03-2003
WO 2004099094	A	18-11-2004	AUCUN	
JP 2001354440	A	25-12-2001	AUCUN	
JP 07053229	A	28-02-1995	JP 3570433 B2	29-09-2004
US 4726832	A	23-02-1988	DE 3643336 A1 FR 2608743 A1 GB 2199026 A JP 1724067 C JP 4008377 B JP 62041728 A	30-06-1988 24-06-1988 29-06-1988 24-12-1992 14-02-1992 23-02-1987