

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

②

N° 82 21180

⑤4 Dispositif de refroidissement et procédé pour la formation de glace flottée.

⑤1 Classification internationale (Int. Cl.³). C 03 B 18/22.

②2 Date de dépôt..... 17 décembre 1982.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée : US, 1^{re} février 1982, n° 344,421.

④1 Date de la mise à la disposition du
public de la demande B.O.P.I. — « Listes » n° 31 du 5-8-1983.

⑦1 Déposant : Société dite : PPG INDUSTRIES, INC. — US.

⑦2 Invention de : Charles Key Edge.

⑦3 Titulaire : *Idem* ⑦1

⑦4 Mandataire : Office Blétry,
2, boulevard de Strasbourg, 75010 Paris.

La présente invention concerne le procédé de fabrication de verre plat connu sous le nom de procédé de flottage, dans lequel le verre fondu est versé sur un bain de métal liquide et s'amincit par étalement en formant un ruban d'épaisseur voulue. Le
5 verre qui pénètre dans la chambre de formage par flottage ou "bain" est initialement à une température relativement élevée, par exemple de l'ordre de 2000°F (1100°C), de sorte qu'il soit relativement fluide, mais au cours de son passage le long de la chambre de flottage, le verre doit refroidir pour prendre un état
10 lui permettant d'être saisi par des dispositifs d'amincissement, par exemple aux alentours de 1400°F (760°C) à 1700°F (930°C) environ, et il doit ensuite refroidir encore pour prendre un état dimensionnellement stable, de façon à pouvoir être extrait de la chambre de formage, typiquement à 1100°F (600°C) environ. Le métal
15 fondu (ordinairement de l'étain en fusion ou un alliage de ce métal) et l'atmosphère à l'intérieur de la chambre de formage sont généralement à une température inférieure à celle du verre et il se produit donc naturellement un refroidissement appréciable du verre par perte de chaleur au profit de l'environnement
20 dans la chambre de formage. Toutefois, il est parfois souhaitable d'utiliser des moyens de refroidissement pour améliorer la vitesse de refroidissement, ce qui permet de réduire les dimensions de la chambre de formage, ou pour modifier le profil de températures en travers du ruban de verre. A cette fin, il était d'usage
25 de faire appel à des échangeurs de chaleur, comprenant des conduites à paroi métallique dans lesquelles circule de l'eau servant de fluide d'échange thermique. En outre, les chambres de formage par flottage contiennent typiquement des moyens de chauffage qui aident à l'établissement des conditions thermiques à l'intérieur

de la chambre. L'utilisation de réfrigérants et de réchauffeurs en combinaison pour contrôler les conditions thermiques à l'intérieur d'une chambre de formage par flottage est décrite par exemple dans le brevet des Etats-Unis n° 3 531 274 (Dickinson et al.).

Or, il a été découvert que des réfrigérants, tels qu'ils étaient utilisés antérieurement dans la technique, pouvaient avoir un effet nuisible sur la qualité optique de la glace produite. On peut penser que le fort gradient thermique au voisinage d'un réfrigérant peut donner lieu à des tensions visqueuses indésirables sur la surface supérieure du ruban de verre au moment où celui-ci passe au-dessous du réfrigérant et que ces tensions visqueuses sont à l'origine de variations d'épaisseur de la surface supérieure, variations qui se manifestent par une distorsion de la lumière transmise. Il serait désirable de refroidir le ruban de verre qui passe à travers une chambre de formage par flottage, sans que cela soit au détriment de la qualité optique.

La présente invention est basée sur le fait constaté qu'un réfrigérant, dans lequel circule un fluide de transfert thermique qui est typiquement à une température inférieure d'au moins 1000°F (556°C) à celle du verre voisin (par exemple, de l'eau à 100°C ou moins, le verre étant à 900°C), crée de forts gradients thermiques dans une chambre de flottage, et que ces forts gradients thermiques peuvent avoir un effet nuisible sur le ruban de verre, à moins qu'ils ne soient modulés. En outre, le gradient thermique local d'un réfrigérant avec son environnement est plus marqué que celui d'un réchauffeur typique dans une chambre de formage. En conséquence, la pratique traditionnelle, consistant à placer des réfrigérants relativement près du ruban, comme cela est décrit dans le brevet des Etats-Unis précité n° 3 531 274, a des implications négatives en ce qui concerne la qualité optique de la glace.

D'après la présente invention, l'effet de refroidissement d'un réfrigérant sur le ruban de verre est modulé par le fait que le réfrigérant ou les réfrigérants se trouvent à une plus grande distance que d'habitude au-dessus du niveau du verre. C'est ainsi

qu'alors qu'il est d'usage, dans l'état antérieur de la technique, de placer des réfrigérants à une distance de moins de 25 cm au-dessus du ruban de verre (souvent à 10 cm ou moins), la présente invention envisage de maintenir les réfrigérants à une
5 distance d'au moins 50 cm au-dessus du ruban de verre. En d'autres termes, les réfrigérants ne doivent pas être plus proches du verre que les réchauffeurs présents dans la chambre de formage et, de préférence, ils doivent en être plus éloignés. Le mieux est de prévoir, dans la chambre de formage par flottage, une
10 section surélevée pour constituer un renforcement, dans lequel les réfrigérants peuvent être logés à un niveau supérieur à la ligne de toit de la partie principale de la chambre de formage.

La fig. 1 est une vue en coupe longitudinale d'une chambre de formage du verre par flottage, comportant une section de toit
15 surélevée pour des réfrigérants, suivant un mode de réalisation préféré de l'invention.

La fig. 2 est une vue en coupe transversale, faite suivant la ligne 2-2 de la fig. 1.

Afin de mieux faire comprendre l'invention, on décrira en
20 détail son mode de réalisation préféré. La forme de construction décrite d'une chambre de formage par flottage particulière est un modèle qui convient particulièrement bien pour le mode de réalisation préféré de l'invention, mais il est bien entendu que d'autres modèles de chambres de formage peuvent être utilisés
25 avec la présente invention.

Dans le dispositif représenté sur la fig. 1, une gouttière
10 conduit un courant de verre fondu 11, provenant d'un four de fusion (non représenté), vers la chambre de formage par flottage désignée dans l'ensemble par 20. Le débit de verre fondu, à l'en-
30 trée de la chambre de formage, est réglé entre un seuil 12 et une vanne 13 dont la position est réglable en direction verticale. Dans la chambre de formage, le verre fondu forme un ruban 21 supporté par un bain de métal fondu 22, ordinairement de l'étain fondu. Le métal fondu est contenu dans un bassin réfractaire 23.

35 Le modèle de toit représenté pour la chambre de formage se

compose de dalles réfractaires 25 assemblées entre elles par des joints à recouvrement. Des nervures 26, formées sur la face supérieure des dalles 25, contiennent un tube 27 de répartition du poids qui est saisi par des éléments de suspension 28 fixés vers le haut à des poutres transversales 29. Le soutien principal du toit est assuré par des poutres longitudinales 30 sur lesquelles reposent les poutres transversales 29. Ce modèle particulier de toit est décrit avec plus de détails dans la demande de brevet aux Etats-Unis n° de série 222 396, déposée le 5 janvier 1981. Une couche de matière isolante 31 peut être posée sur la face supérieure des dalles de toit. L'ensemble de la chambre de formage peut être enfermé dans une enveloppe de métal 34, afin de rendre la chambre pratiquement étanche aux gaz, car il est d'usage de maintenir une atmosphère non oxydante à l'intérieur de la chambre.

Après que le ruban de verre 21 a été aminci à l'épaisseur et à la largeur voulues, il est extrait de la chambre de formage par une ouverture de sortie 32, au niveau de laquelle il est détaché du métal fondu qui lui sert de support au moyen de rouleaux de soulèvement 33.

La chambre de formage comprend aussi des parois latérales suspendues 35 qui sont maintenues à distance au-dessus du bassin 23 pour ménager des ouvertures d'accès qui sont bouchées par des obturateurs latéraux 36. C'est à travers ces obturateurs latéraux que des dispositifs d'amincissement (non représentés) et des réfrigérants de type classique dans l'état antérieur de la technique peuvent être introduits dans la chambre de formage. Dans le cas typique, des éléments chauffants à résistance électrique traversent verticalement le toit d'une chambre de formage par flottage, mais le dispositif perfectionné qui est représenté sur les fig. 1 et 2 comprend des éléments chauffants à résistance électrique 37 qui pénètrent horizontalement dans la chambre en traversant les parois latérales 35. Les extrémités internes des éléments chauffants 37 sont soutenues par des pièces de suspension en céramique 38.

On a représenté sur les dessins un exemple du mode de réalisation préféré, dans lequel il est prévu une section de toit surélevée pour loger des réfrigérants. Dans cet exemple, la section de toit surélevée comprend, dans la partie centrale du toit, deux dalles de toit 25a qui sont soutenues à un niveau supérieur à la ligne de toit d'ensemble de la chambre de formage. La situation exacte et les dimensions de la partie surélevée dépendront des nécessités de refroidissement dans chaque cas particulier et elles peuvent différer de l'exemple ici décrit. Comme le montre la fig. 2, la section de refroidissement à toit surélevé peut comprendre la moitié environ de la largeur d'une chambre de formage par flottage, mais il peut être souhaitable, dans certains cas, que cette zone s'étende sur toute la largeur de la chambre ou, dans d'autres cas, qu'elle soit plus étroite qu'une moitié de la largeur. Comme on peut le voir sur la fig. 1, la section de refroidissement à toit surélevé de l'exemple comprend une section de toit et loge quatre réfrigérants à eau 40 du type en épingle à cheveux, mais il va de soi que la section de refroidissement peut être équipée de moins de réfrigérants ou qu'elle peut être agrandie dans la direction longitudinale pour contenir un plus grand nombre de réfrigérants. Une section de toit contiguë peut être surélevée afin de créer une zone de refroidissement plus grande, ou bien il peut être prévu une ou plusieurs autres sections séparées de toit surélevées. Une zone de refroidissement peut être située n'importe où dans la direction longitudinale de la chambre de formage, mais plus typiquement dans la moitié amont de la longueur de celle-ci et, de préférence, dans le premier quart de sa longueur. D'après ce qui est représenté sur la fig. 1, la zone de refroidissement surélevée se trouve dans la deuxième rangée de dalles de toit à partir de l'entrée; une autre situation particulièrement avantageuse serait dans la première rangée de dalles de toit.

La zone de refroidissement à toit surélevé est fermée par des parois d'extrémité 41 et par des parois latérales 42. D'après ce qui est représenté, les réfrigérants 40 s'étendent à partir

des côtés opposés en traversant les parois latérales 42 respectives. Une caractéristique supplémentaire du dispositif de refroidissement représenté réside dans la possibilité de faire tourner les réfrigérants afin de faire varier leur effet de refroidissement. Des boucliers thermiques 43 sont fixés sur l'un des côtés de chaque réfrigérant, de manière à protéger au moins partiellement le réfrigérant contre le rayonnement de chaleur lorsqu'on place le bouclier du côté inférieur du réfrigérant en faisant tourner ce dernier. Chaque réfrigérant peut être monté à rotation, à l'extérieur de la zone de refroidissement, sur des montants de soutien 45. Sur la fig. 2 est représentée une cloison 46 qui divise en moitiés la zone de refroidissement, ce qui permet de contrôler indépendamment la vitesse de refroidissement d'un côté à l'autre. Une telle cloison est facultative et, en l'absence de cloison, un unique réfrigérant peut s'étendre sur toute la largeur de la zone de refroidissement. Le type de réfrigérant est sans importance pour ce qui est de l'invention : les réfrigérants peuvent prendre des formes et des dispositions très variées et ils peuvent s'étendre dans la zone de refroidissement dans n'importe quelle direction horizontale ou y pénétrer verticalement à travers le toit.

La structure de toit du type à dalles de l'exemple choisi à titre d'illustration est particulièrement compatible avec la forme de réalisation de la présente invention à toit surélevé, car il suffit, pour former une section à toit surélevé, de raccourcir les éléments de suspension 28a. En outre, on peut modifier sans grandes difficultés la situation de la zone ou des zones de refroidissement ou en ajouter d'autres, sans qu'il soit nécessaire d'effectuer des travaux majeurs de reconstruction.

On peut avoir recours à d'autres variantes et modifications connues des spécialistes, sans s'écarter pour autant de l'esprit et de la portée de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Dispositif pour la formation de verre plan (21) tandis qu'il prend appui sur un bain de métal fondu (22), comprenant une chambre fermée, destinée à contenir un bain de métal fondu, des moyens
5 pour déverser un courant de verre fondu dans la chambre de formage (20), des moyens chauffants (37) à l'intérieur de la chambre de formage au-dessus du bain de métal fondu (22), et des moyens de refroidissement (40)
10 à l'intérieur de la chambre de formage, caractérisé en ce que la partie des moyens de refroidissement qui s'étend le plus bas est au-dessus de la partie des moyens chauffants qui s'étend le plus bas.

2. Dispositif pour la formation de verre plan tandis qu'il prend appui sur un bain de métal fondu, comprenant une chambre fermée, destinée à contenir un bain de métal fondu et comportant
15 une partie toit qui est généralement horizontale, et des moyens pour déverser un courant de verre fondu dans cette chambre de formage, caractérisé par un renforcement formé dans la partie toit par le fait qu'une section de toit est à un niveau plus élevé que la partie avoisinante du toit, ce renforcement présentant un fond ouvert en face du bain de métal fondu et des moyens
20 de refroidissement étant disposés à l'intérieur de ce renforcement.

3. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les moyens de refroidissement comprennent une conduite
25 destinée à contenir un fluide de transfert thermique.

4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que les moyens de refroidissement comprennent plusieurs desdites conduites.

5. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que

la conduite est en communication avec une source d'eau.

6. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que la conduite s'étend dans l'ensemble en direction horizontale dans la chambre de formage et est agencée de manière à pouvoir
5 tourner autour d'un axe généralement horizontal, un bouclier thermique étant fixé sur l'un de ses côtés, au moins sur des fractions de sa longueur.

7. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les parties exposées des moyens de refroidissement sur-
10 montent le bain sur une distance qui n'atteint pas la largeur complète de la chambre.

8. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les parties exposées des moyens de refroidissement sur-
montent le bain sur une distance qui ne dépasse pas 50 % de la
15 largeur intérieure de la chambre.

9. Dispositif selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que les moyens de refroidissement sont montés au moins à 50 cm au-dessus du bain de métal fondu.

10. Procédé de formation de verre plan, comprenant l'opération
20 qui consiste à déverser un courant de verre en fusion sur un bain de métal fondu contenu dans une chambre fermée, pour former un ruban de verre sur le métal fondu, caractérisé en ce qu'il comprend en outre l'opération consistant à refroidir des parties du ruban tandis qu'il est tiré le long du bain de métal fondu,
25 en faisant passer le ruban au-dessous d'un réfrigérant situé dans un renforcement du toit de la chambre, d'où il résulte que l'effet de refroidissement est diffusé sur toute la surface du ruban.

11. Dispositif de formation de verre plan, comprenant l'opération
30 qui consiste à déverser un courant de verre en fusion sur un bain de métal fondu contenu dans une chambre fermée, pour former un ruban de verre sur le métal fondu, caractérisé en ce qu'il comprend en outre l'opération consistant à contrôler les conditions thermiques du ruban en exposant le ruban par le haut à
35 l'action de moyens chauffants et de moyens de refroidissement,

le niveau où sont situés les moyens de refroidissement étant plus haut que le niveau où se trouvent les moyens chauffants, afin de diffuser l'effet de refroidissement.

5 12. Procédé selon la revendication 10 ou 11, caractérisé en ce que le refroidissement est effectué en faisant circuler de l'eau dans une conduite dont la surface est exposée au ruban de verre.

10 13. Procédé selon la revendication 10 ou 11, caractérisé en ce que le refroidissement est effectué en faisant circuler un fluide d'échange thermique dans plusieurs conduites, de la surface desquelles des parties sont situées à l'intérieur de la chambre.

14. Procédé selon la revendication 13, caractérisé en ce que les parties exposées des conduites surmontent le ruban de verre sur une distance qui n'atteint pas la largeur complète de celui-ci.

15 15. Procédé selon la revendication 10 ou 11, caractérisé en ce que le refroidissement est effectué dans les limites de la première moitié du trajet parcouru par le ruban de verre le long de la chambre.

20 16. Procédé selon la revendication 10 ou 11, caractérisé en ce que le ruban de verre passe au-dessous des moyens de refroidissement à une distance d'au moins 50 cm.

1 2

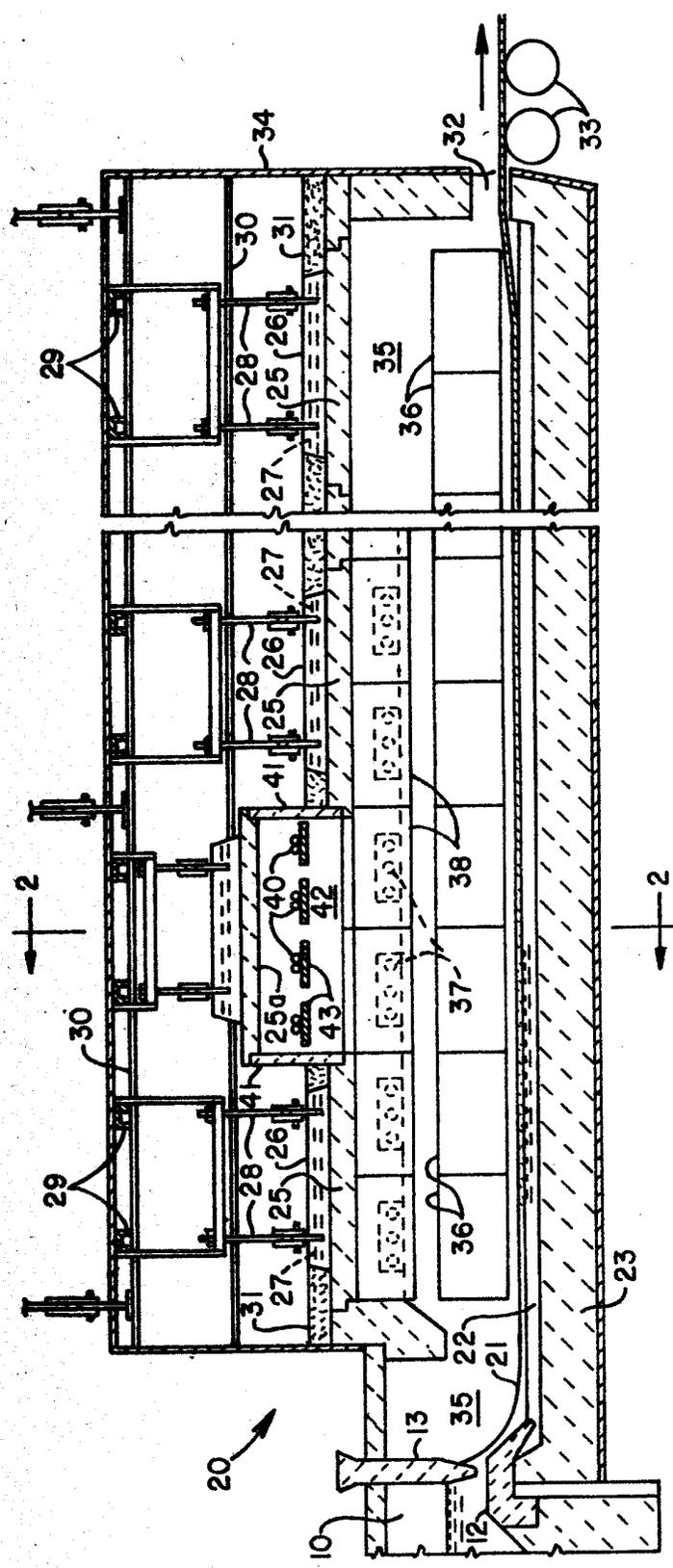


FIG. 1

2
2

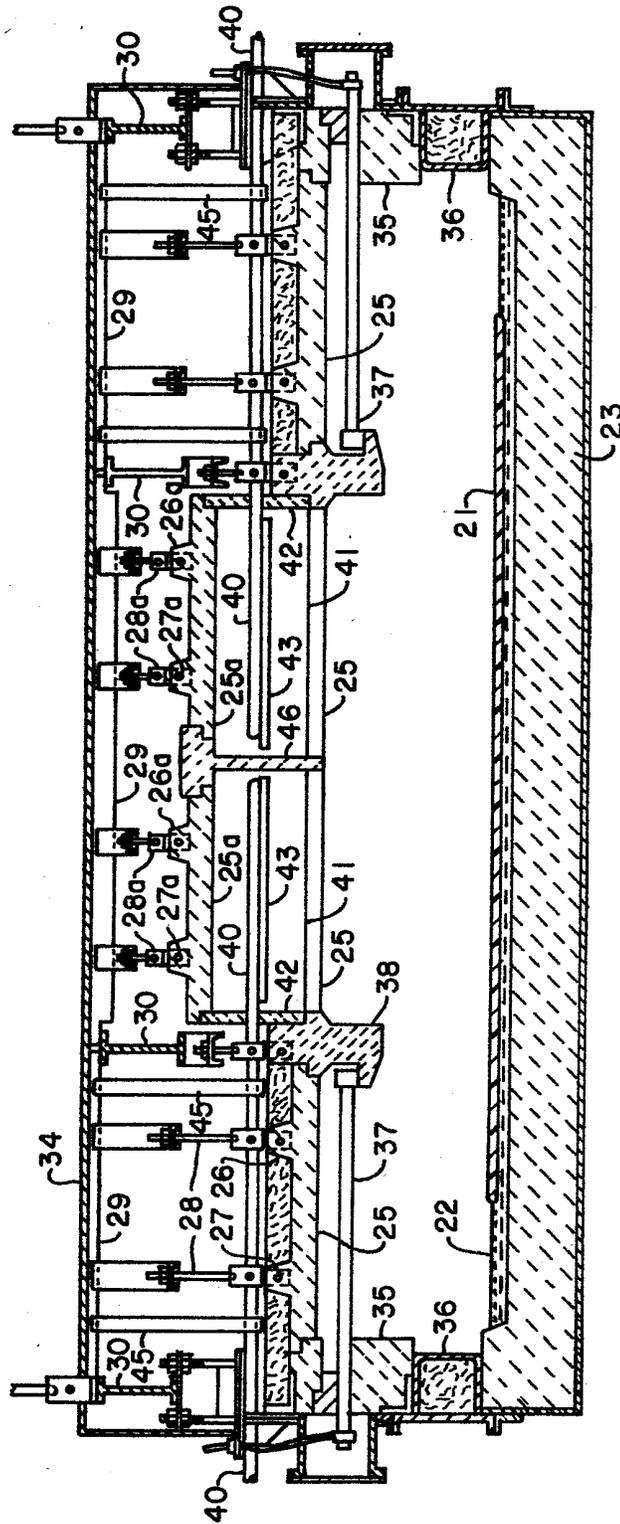


FIG. 2