

Brevet N°

85742

GRAND-DUCHÉ DE LUXEMBOURG

du 25 janvier 1985

Titre délivré 22 OCT. 1985



Monsieur le Ministre
de l'Économie et des Classes Moyennes
Service de la Propriété Intellectuelle
LUXEMBOURG

Demande de Brevet d'Invention

I. Requête

La société dite: PPG INDUSTRIES, INC., One PPG Place, (1)
Pittsburgh 22, Pennsylvania, Etats Unis d'Amérique,
représentée par Monsieur Jacques de Muyser, agissant en (2)
qualité de mandataire

dépose(nt) ce vingt-cinq janvier 1985 quatre-vingt cinq (3)
à 15 heures, au Ministère de l'Économie et des Classes Moyennes, à Luxembourg :

1. la présente requête pour l'obtention d'un brevet d'invention concernant : (4)
"Procédé et dispositif pour contrôler les courants dans
un four de fusion du verre."

2. la délégation de pouvoir, datée de _____ le _____
3. la description en langue française de l'invention en deux exemplaires;
4. 1 planches de dessin, en deux exemplaires;
5. la quittance des taxes versées au Bureau de l'Enregistrement à Luxembourg,
le 23 janvier 1985

déclare(nt) en assumant la responsabilité de cette déclaration, que l'(es) inventeur(s) est (sont) : (5)

~~Je/elles déclare(nt) pour la susdite demande de brevet la priorité d'une (des) demande(s) de/~~
(6) ~~dépôt(s) en (7)/~~
le _____ (8)

Au nom de _____ (9)

élit(élisent) pour lui (elle) et, si désigné, pour son mandataire, à Luxembourg _____
35, boulevard Royal (10)

sollicite(nt) la délivrance d'un brevet d'invention pour l'objet décrit et représenté dans les
annexes susmentionnées, — avec ajournement de cette délivrance à 6 mois. (11)

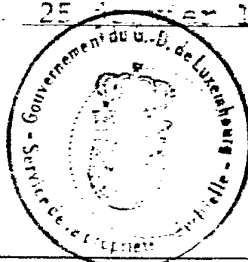
Le mandataire _____

II. Procès-verbal de Dépôt

La susdite demande de brevet d'invention a été déposée au Ministère de l'Économie et des
Classes Moyennes, Service de la Propriété Intellectuelle à Luxembourg, en date du :

25 janvier 1985

à 15 heures



Pr. le Ministre
de l'Économie et des Classes Moyennes,
i p. d.

A. 62097

(1) Nom, prénom, firme, adresse — (2) s'il a été représenté par un agissant en qualité de mandataire — (3) date du dépôt
en toutes lettres — (4) titre de l'invention — (5) noms et adresses — (6) brevet, certificat d'addition, modèle d'utilité — (7)
pays — (8) date — (9) déposant originaire — (10) adresse — (11) 6, 12 ou 18 mois

Mémoire Descriptif
déposé à l'appui d'une demande de
BREVET D'INVENTION
au
Luxembourg

formée par: PPG INDUSTRIES, INC.

pour: "Procédé et dispositif pour contrôler les courants
dans un four de fusion du verre."

La présente invention concerne la fusion du verre et, plus précisément, l'utilisation de barboteurs pour contrôler les courants de verre fondu dans un four de fusion.

Dans un four de fusion du verre du type continu, une
5 nappe de verre fondu est maintenue dans le four et les matières premières d'enfournement sont introduites, par une entrée à l'une des extrémités du four, sur la surface du bain de verre en fusion. A cet endroit, les matières d'enfournement forment une couche non fondue ou "couche de couverture" sur la surface du bain de verre
10 en fusion, couche de couverture qui peut s'étendre sur une distance importante dans le four avant de fondre et de s'incorporer dans le bain de verre en fusion. La chaleur destinée à fondre les matières d'enfournement est fournie, à l'intérieur du four, par des brûleurs à combustion disposés au-dessus du niveau du verre
15 fondu, parfois aidés par des éléments chauffants électriques immergés. A l'extrémité opposée du four par rapport à l'extrémité d'entrée, du verre fondu est extrait du bain de verre en fusion à travers une ouverture de sortie.

La couche de couverture des matières d'enfournement, à
20 l'extrémité d'entrée du four de fusion, est relativement froide : elle se comporte comme un piège de chaleur et, en même temps, sous-trait la partie sous-jacente du bain de verre en fusion à l'action de la chaleur rayonnante provenant de la combustion dans le haut du four. D'autre part, la région du bain de verre en fusion
25 juste en aval du point où la couche de couverture des matières d'enfournement est fondue a tendance à être la zone la plus chaude du bain de verre en fusion. Ces conditions de température créent deux cellules de circulation tournant en sens inverses dans le bain de verre en fusion. La tendance du verre chaud à remonter
30 dans la région située juste au-delà de la couche de couverture des matières d'enfournement et la tendance du verre relativement

froid à redescendre à proximité de l'extrémité d'entrée établis-
 sent, au-dessous de la couche de couverture de matières d'enfour-
 nement, un modèle de circulation d'après lequel le verre dans la
 partie haute du bain au-dessous de la couche de couverture s'écou-
 5 le en direction de l'extrémité d'entrée (c'est-à-dire en direc-
 tion de l'amont) et le verre dans la partie basse du bain au-
 dessous de la couche de couverture de matières d'enfournement
 s'écoule vers la sortie (c'est-à-dire en direction de l'aval). En-
 tre l'extrémité de la couche de couverture de matières d'enfour-
 10 nement et l'extrémité de sortie du four, le modèle de circulation
 est dans le sens opposé, la partie superficielle du verre s'écou-
 lant dans la direction de l'aval et le verre à proximité du fond
 s'écoulant dans la direction de l'amont. A la jonction de ces deux
 cellules de convection, il se produit un fort jaillissement de
 15 verre fondu vers le haut et, pour cette raison, cette région est
 connue sous le nom de "zone de source". Le verre fondu à proximité
 de la surface dans la zone de source est typiquement la partie la
 plus chaude du verre fondu dans le four de fusion et il est donc
 désirable que le courant total de verre passe par cette région,
 20 afin d'assurer une fusion et un affinage complets et uniformes du
 verre. Toutefois, cet objectif n'est pas toujours atteint, en rai-
 son du fait que l'effet de zone de source peut ne pas être suffi-
 samment fort et que des parties du verre fondu peuvent contourner
 la zone de source. L'invention a pour but d'améliorer le courant
 25 de verre à travers le régime de haute température de la zone de
 source.

On connaît l'usage de barboteurs dans des fours de fusion
 du verre, dans le but d'agiter le verre fondu et de contrôler les
 modèles de circulation. On peut trouver des exemple de barboteurs,
 30 utilisés dans des fours de fusion du verre, dans les brevets
 US n° 2 890 548 (Wright), 3 294 509 (Soubier et al.), 3 305 340
 (Atkeson), 3 330 639 (Boettner et al.), 3 558 297 (Carney et al.).
 Mais aucun des dispositifs connus ne fournit, dans et autour de la
 zone de source, le degré de contrôle du courant qui est souhaité.
 35 Un tel dispositif est fourni par la présente invention.

Sous l'un des aspects de la présente invention, un four
 de fusion du verre est équipé d'une ou de plusieurs rangées de bar-
 boteurs, s'étendant transversalement sur toute l'étendue du

bain de verre en fusion dans la région de la zone de source ou un peu en amont de celle-ci. Un ou les deux groupes extérieurs (c'est-à-dire ceux qui sont voisins des parois latérales du four) fonctionnent avec un effet de barbotage plus vigoureux que
 5 les barboteurs dans les parties centrales. L'injection de gaz dans le verre en fusion fait remonter celui-ci, ce qui accentue l'effet de zone de source. En outre, le taux de barbotage plus élevé dans les régions des parois latérales crée un obstacle à l'écoulement vers l'aval dans ces régions, ce qui empêche le
 10 verre fondu qui longe les parois latérales d'éviter la zone de source.

Sous un autre aspect de l'invention, plusieurs rangées transversales de barboteurs sont placées dans la zone de source ou juste en amont de celle-ci. Les tubes des barboteurs d'une
 15 rangée aval se terminent à une hauteur plus élevée que ceux d'une rangée amont. De cette manière, les tubes de barboteurs se conforment à l'allure du courant d'une partie du verre fondu qui entre dans la zone de source et ils créent ainsi un effet ascendant cumulatif sur cette partie du verre fondu, ce qui renforce
 20 l'effet de zone de source. Cet effet cumulatif provient de ce qu'une partie donnée du verre fondu a sa flottabilité augmentée par le barbotage dû à la première rangée de barboteurs, et que cette même partie remonte et s'écoule vers l'aval, ce qui fait que sa flottabilité est encore augmentée par une seconde rangée
 25 de barboteurs. En d'autres termes, en donnant aux tubes de barboteurs un profil qui correspond approximativement à celui du courant, on fait en sorte que du gaz est injecté plusieurs fois dans la même portion de verre. Le résultat est une accentuation de l'effet de zone de source plus marquée que si les barboteurs
 30 étaient à la même hauteur.

La fig. 1 est une vue en coupe horizontale d'un four de fusion du verre à chauffage latéral, représentant un système de barboteurs suivant un mode de réalisation préféré de la présente invention.

35 La fig. 2 est une vue en coupe verticale du four de fusion du verre de la fig. 1, faite suivant la ligne 2-2 et montrant une disposition étagée de barboteurs.

A titre d'illustration, l'invention sera décrite à propos

d'un four à récupération, à chauffage par orifices latéraux, du type employé typiquement pour la fonte de verre plat, tel que représenté sur les fig. 1 et 2, mais il est bien entendu que l'invention est également applicable à d'autres types de fours de fonte du verre. Le four représenté sur les dessins est pourvu de sept paires d'orifices de chauffage 10 opposés, mais un four de ce genre peut comporter plus ou moins de sept paires d'orifices. Un bain de verre fondu 11 est contenu dans un bassin réfractaire 12 et des matières d'enfournement supplémentaires sont introduites dans le four par une ouverture d'entrée 13. Les matières d'enfournement se répandent dans le four, de manière à former une couche flottante ou "couche de couverture" de matières d'enfournement 14 sur la surface du bain 11. Dans ce type de four, des flammes de combustion, sortant alternativement des orifices situés d'un côté et de l'autre du four, fournissent la chaleur nécessaire pour fondre les matières d'enfournement. A l'extrémité aval du four, du verre en fusion est extrait du four par un déversoir 15 qui conduit vers une section d'affinage et, de là, vers un dispositif de façonnage. Comme indiqué sur la vue en coupe de la fig. 2, la cellule de convection au-dessous de la couche de couverture 14 de matières d'enfournement est dirigée dans le sens inverse des aiguilles d'une montre et la cellule de convection à l'extrémité aval du four est dirigée dans le sens des aiguilles d'une montre. Là où ces cellules se rencontrent se trouve la zone de source 16.

Dans la forme de réalisation représentée, il est prévu deux rangées de barboteurs, une rangée amont 20 et une rangée aval 21. La forme de réalisation préférée utilise deux rangées, mais une seule rangée est suffisante pour la réalisation de certaines caractéristiques de l'invention. D'autre part, il peut être avantageux dans certains cas de prévoir trois rangées ou plus. Les rangées de barboteurs s'étendent transversalement sur toute la largeur du four, d'une paroi latérale à l'autre. Opportunément, ces rangées peuvent être pratiquement droites comme on l'a représenté, mais il n'est pas essentiel que les rangées soient rectilignes. Les barboteurs d'extrémité doivent être situés à une distance suffisante de la paroi latérale voisine pour éviter une accélération excessive de l'érosion de la paroi latérale, due à l'agitation produite par le barbotage.

On peut utiliser des tubes de barboteur de forme classique, connue en soi dans la technique. Par exemple, chaque barboteur peut être fait d'un tube de molybdène de 3/4 de pouce (1,9 cm) ayant une lumière centrale de 9/32 de pouce (7 mm). Chaque tube

5 traverse verticalement le fond du bassin 12 et est relié par son extrémité inférieure à une source de gaz pour barbotage, tel que l'azote ou un forming gaz (mélange d'azote avec une petite quantité d'hydrogène).

Le nombre des tubes de barboteur dépendra de la largeur de

10 chaque four. Un barboteur exerce son effet sur les courants dans une région du verre fondu qui s'étend latéralement à une distance importante autour du barboteur. Par exemple, un barboteur typique du genre ici décrit a une zone d'influence qui, comme on a pu le constater, mesure environ 18 pouces (46 cm) de diamètre. Bien

15 qu'il ne soit pas nécessaire, pour tirer pleinement avantage de l'invention, que le courant passant entier soit soumis à l'influence des barboteurs, on obtient les meilleurs résultats lorsque les barboteurs sont espacés de manière à produire une zone continue d'influence combinée s'étendant sur toute la largeur du

20 four. De préférence, les zones d'influence individuelles se chevauchent. Ainsi, dans l'exemple d'un barboteur ayant une zone d'influence de 18 pouces (46 cm) de diamètre, l'intervalle entre barboteurs peut être de préférence de l'ordre de 12 pouces (30 cm).

La hauteur des barboteurs à l'intérieur du bain en fusion

25 dépend d'un certain nombre de facteurs. Les barboteurs doivent se terminer à une distance suffisante au-dessus du fond réfractaire du bassin 12 pour éviter une accélération excessive de l'érosion du fond par convection. En raison des hautes températures à la surface de la zone de source, on peut prolonger la

30 durée utile des barboteurs en faisant se terminer les tubes des barboteurs à distance au-dessous de la surface. Des barboteurs de molybdène par exemple ont une durée utile relativement brève lorsqu'ils sont exposés à des températures de plus de 2600°F (1425°C) et il est donc préférable de placer les extrémités supé-

35 rieures des tubes de barboteurs au-dessous du niveau auquel on doit normalement observer une telle température. Par conséquent, pour ces considérations pratiques, il est préférable que les extrémités supérieures des tubes de barboteurs se trouvent en

dehors du sixième supérieur et du sixième inférieur de la profondeur du bain, le mieux étant qu'ils se trouvent en dehors du quart supérieur et du quart inférieur. En outre, pour avoir les meilleurs résultats, il est préférable que les extrémités des

5 barboteurs soient situées au niveau ou au-dessous du "plan neutre". Le "plan neutre" est le plan horizontal, au milieu des cellules de convection dans le verre fondu, où le courant n'est ni vers l'amont, ni vers l'aval, mais pratiquement statique. Lorsque les barboteurs sont disposés au niveau ou au-dessous du plan

10 neutre, ils exercent leur effet d'entraînement ascendant sur la part maximum du courant supérieur. Par exemple, dans un four ayant une profondeur de verre d'environ 60 pouces (1,5 m), il est préférable que les extrémités des barboteurs soient situées à une

15 hauteur comprise entre 15 pouces et 35 pouces (38 cm et 89 cm) de la surface du verre. Dans un autre exemple particulier, un bain de verre de 53 pouces (1,35 m) de profondeur peut contenir une rangée de barboteurs à 30 pouces (76 cm) au-dessous de la surface du verre et une seconde rangée de barboteurs, en aval de l'autre rangée, à 20 pouces (51 cm) au-dessous de la surface du verre.

20 re.

En cas d'utilisation de deux rangées de barboteurs ou plus, les rangées n'ont pas besoin d'être assez proches pour que leurs zones d'influence se chevauchent, comme tel est le cas pour l'espacement transversal entre barboteurs, mais l'intervalle entre rangées doit être suffisamment petit pour qu'il soit tiré

25 profit de l'influence cumulative. Un espacement d'environ 18 pouces à 24 pouces (46 cm à 61 cm) s'est révélé approprié pour les grands fours typiques de fusion du verre. Si l'on veut obtenir l'effet cumulatif de deux injections de gaz ou plus dans le même

30 courant de verre, les extrémités des barboteurs doivent être approximativement parallèles à un trajet de courant du verre dans la zone de source. Par exemple, dans le cas représenté sur la figure 2, les extrémités des barboteurs 20 et 21 sont disposées de manière à suivre le trajet du courant 22 qui a, à la fois, une

35 composante vers le haut et une composante vers l'aval. Du fait que la rangée aval 21 est plus haute que la rangée amont 20, une portion donnée de verre suivant le trajet de courant 22 recevra tout d'abord du gaz injecté à partir de la rangée de barboteurs 20, puis passera au voisinage des extrémités des barboteurs 21 de la

rangée aval, où cette même portion recevra de nouveau du gaz injecté directement. Il va de soi que la situation exacte des extrémités des barboteurs dépendra des modèles de circulation d'une opération particulière de fusion et qu'elle pourra varier quelque peu, même dans un four particulier, en fonction des conditions d'exploitation. Dans la présente forme de réalisation, les barboteurs sont dans la cellule de convection amont, à son extrémité aval, là où le courant inférieur remonte dans la zone de source. A cet endroit, le barbotage accentue l'effet de zone de source du côté amont et, par suite, renforce la vitesse de circulation vers l'amont. Cela augmente à son tour la quantité de chaleur véhiculée par le courant supérieur de verre qui s'écoule en arrière, à partir de la région chaude au haut de la zone de source, au-dessous de la couche de matières d'enfournement, ce qui améliore l'efficacité de la fusion.

L'autre aspect de l'invention fait intervenir un gradient d'intensité de barbotage entre les côtés et le milieu, de manière à amener les portions latérales du courant passant à se diriger vers le chauffage intensifié de la zone de source centrale. Comme on peut le voir sur la fig. 1, la zone de source 16 est située d'une manière générale dans la partie centrale du four, laissant le long des parois latérales des trajets par lesquels des courants 23 de verre peuvent parfois se diriger vers la partie aval du four sans passer par la zone de source. Si les barboteurs peuvent en soi aider à entraîner d'une manière générale vers la surface le verre du courant passant, le barbotage classique ne contrarie pas efficacement ces trajets de dérivation 23. En conséquence, dans la présente forme de réalisation de l'invention, une partie des barboteurs, à proximité de l'une ou des deux parois latérales, injecte du gaz, dans la région de l'un ou des deux courants latéraux 23, avec une intensité plus grande que l'intensité de barbotage dans la partie centrale de la rangée de barboteurs. Cela peut être réalisé avec une ou plusieurs rangées de barboteurs. La partie d'extrémité qui produit la plus grande intensité de barbotage peut constituer à peu près le tiers de la rangée de barboteurs (ou des deux tiers dans les cas où les deux extrémités font en même temps l'objet du barbotage accéléré). Le barbotage plus vigoureux sur les côtés

du four, juste en amont de la zone de source, crée une résistance au courant passant qui suit le trajet 23 et, par contre, amène cette portion à suivre un trajet 24 vers le centre de la zone de source.

5 L'intensité de barbotage sera déterminée en fonction des nécessités d'une opération de fusion particulière, mais dans le cas typique, un tube individuel de barbotage injecte environ 0,5 à 10 pieds cubiques par heure (14 à 280 l/h). Un barboteur latéral fonctionnant à vitesse accélérée peut injecter un volume de
10 gaz de l'ordre de 10 à 200 % supérieur à celui d'un barboteur individuel situé au centre. De préférence, un barboteur latéral injecte un volume qui est à peu près supérieur de 100 % à celui d'un barboteur central.

La présence d'un courant de dérivation 23 peut être transi-
15 toire et ne toucher qu'un seul côté de la zone de source. En conséquence, la vitesse de barbotage accélérée sur les côtés peut être établie périodiquement et seulement d'un côté du four, en fonction des nécessités. Toutefois, les variations des modèles d'écoulement se produisent de manière relativement lente, sur des
20 périodes de plusieurs heures ou même de plusieurs jours, ce qui fait que le barbotage latéral accéléré peut être pratiqué de manière pratiquement continue, pendant un grand nombre de périodes d'inversion de chauffage du four.

L'exemple qui précède a été décrit en détail dans le but
25 d'illustrer un mode de réalisation particulier et préféré de l'invention, mais il est bien entendu que des variantes, de la compétence du spécialiste, entrent dans le cadre de l'invention.

- REVENDEICATIONS -

1.- Procédé de fusion du verre comprenant les opérations qui consistent à introduire une couche de matières premières du verre sur un bain de verre fondu à une extrémité amont d'un four, à extraire du verre fondu à une extrémité aval du four, 5 située à distance longitudinale de l'extrémité amont, à délivrer de la chaleur au four au-dessus du bain de verre fondu de manière à fondre le verre, d'où il résulte qu'une zone de courants ascendants de verre s'établit dans le bain entre l'extrémité aval de la couche de matières premières et l'extrémité aval du four, 10 zone du côté amont de laquelle du gaz est injecté dans le verre fondu en plusieurs points qui s'étendent transversalement sur la largeur du four, de manière à renforcer les courants ascendants de verre, caractérisé en ce que l'injection de gaz dans l'une au moins des régions latérales est entretenue à une vitesse plus 15 grande que la vitesse d'injection de gaz dans la partie centrale du four.

2.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l' injection de gaz dans ladite région latérale est effectuée à une vitesse qui est supérieure de 10 à 200% à la vitesse 20 d'injection de gaz dans les parties centrales du four.

3.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que ladite région latérale constitue environ le tiers de la largeur du four.

4.- Procédé selon la revendication 3, caractérisé en 25 ce que la vitesse d'injection de gaz dans ladite région latérale est supérieure de 10% à 200% à la vitesse d'injection dans les parties centrales du four.

5.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le gaz est injecté dans le verre à partir de tubes qui pénètrent verticalement dans le bain de verre fondu à partir du fond 30

du four, l'injection se produisant à partir des tubes à une hauteur qui est distante de la surface du bain de verre fondu d'au moins un sixième de la profondeur de verre et qui est distante du fond du bain de verre fondu d'au moins un sixième de la profondeur de verre.

6.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que les multiples points où le gaz est injecté constituent plusieurs rangées qui s'étendent transversalement sur la largeur du four.

7.- Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que les rangées au niveau desquelles le gaz est injecté comprennent une rangée amont et une rangée aval, l'injection dans la rangée aval se produisant à une hauteur plus élevée que l'injection dans la rangée amont.

8.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la chaleur de combustion est délivrée au four par plusieurs orifices espacés le long des côtés du four.

9.- Procédé de fusion du verre comprenant les opérations qui consistent à introduire une couche de matières premières du verre sur un bain de verre fondu à une extrémité amont d'un four, à extraire du verre fondu à une extrémité aval du four, située à distance longitudinale de l'extrémité amont, à délivrer de la chaleur au four au-dessus du bain de verre fondu de manière à fondre le verre, d'où il résulte qu'une zone de courants ascendants de verre s'établit dans le bain entre l'extrémité aval de la couche de matières premières et l'extrémité aval du four, caractérisé en ce que dans la zone du côté amont du gaz est injecté dans le verre fondu en plusieurs points situés dans une première rangée transversale et en plusieurs points situés dans une seconde rangée transversale, la seconde rangée transversale étant en aval de la première rangée transversale et l'injection de gaz dans la seconde rangée aval s'effectuant à une hauteur plus élevée que dans la première rangée, de telle manière que du gaz soit injecté dans la même portion du courant de verre par la première et la seconde rangées, ce qui fait que les courants ascendants sont renforcés.

10.- Procédé selon la revendication 9, dans laquelle l'injection de gaz est effectuée par des tubes barboteurs qui

s'étendent verticalement dans le verre fondu à partir du fond du four, caractérisé en ce que l'injection se produit, à partir des tubes, à une hauteur qui est distante de la surface du bain de verre d'au moins un sixième de la profondeur de verre et qui est
5 distante du fond du bain de verre d'au moins un sixième de la profondeur de verre.

11.- Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que la chaleur de combustion est délivrée par plusieurs orifices espacés le long du côté du four.

10 12.- Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que le gaz est injecté par la première rangée dans une partie du courant de verre qui entre dans la zone de courants ascendants et le gaz est injecté par la seconde rangée dans la même partie du courant, de manière à renforcer l'écoulement de celle-ci vers le
15 haut.

13.- Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce que le gaz injecté est composé essentiellement d'azote.

14.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que le gaz injecté est composé essentiellement d'azote.

20 15.- Dispositif de fusion de verre, comprenant une enceinte réfractaire propre à contenir un bain de verre fondu, des moyens pour introduire des matières premières du verre sur le bain de verre fondu à une extrémité amont du four, une ouverture de sortie pour extraire du verre fondu du bain à une extrémité
25 aval du four, située à distance longitudinale de l'extrémité amont, des moyens pour délivrer de la chaleur au four au-dessus du niveau du bain de verre fondu pour fondre les matières premières du verre, caractérisé par plusieurs tubes barboteurs (20,21) qui s'étendent verticalement dans le bain de verre fondu (12) en for-
30 mant une première rangée s'étendant transversalement sur la largeur du four, plusieurs tubes barboteurs qui s'étendent verticalement dans le bain de verre fondu en formant une seconde rangée s'étendant transversalement sur la largeur du four, la seconde rangée transversale étant en aval de la première rangée transver-
35 sale et pénétrant dans le bain de verre fondu jusqu'à une hauteur plus élevée que la première rangée.

16.- Dispositif selon la revendication 15, caractérisé en ce que les tubes barboteurs sont essentiellement faits de molybdène.

5 17.- Dispositif selon la revendication 15, caractérisé en ce que les moyens pour délivrer de la chaleur comprennent plusieurs dispositifs à combustion espacés sur la longueur de l'enceinte réfractaire.

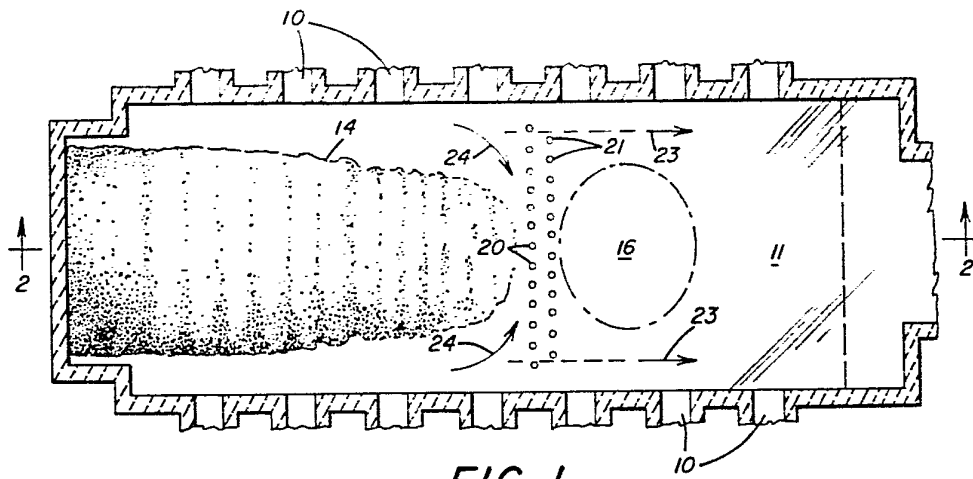


FIG. 1

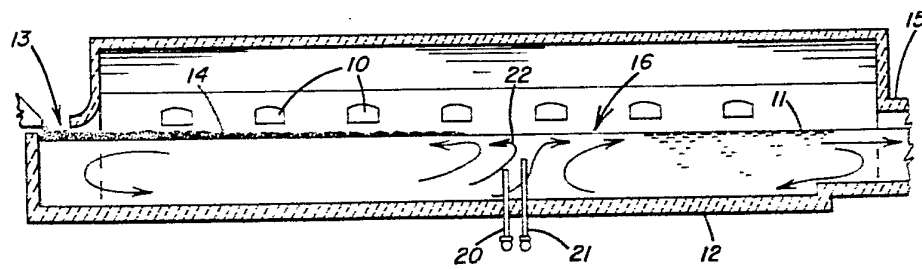


FIG. 2

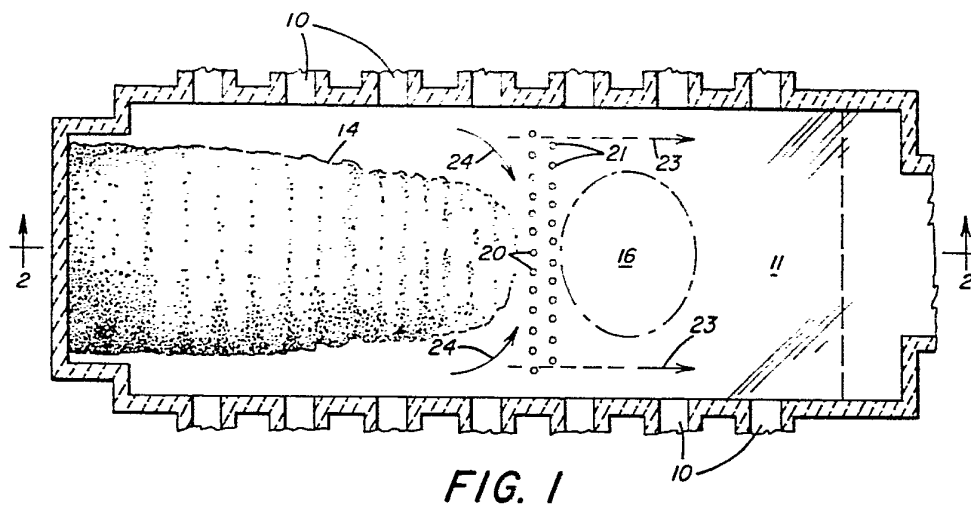


FIG. 1

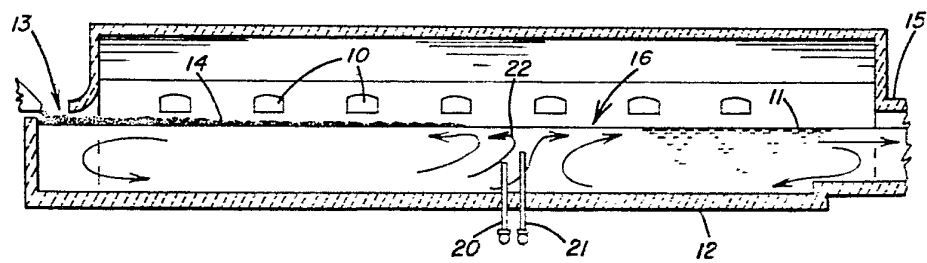


FIG. 2