RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 478 064**
(A n'utiliser que pour les commandes de reproduction).

A1

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

(21) N° **80 05405**

(54) **Procédé et four pour la production de verre fondu.**

(51) Classification internationale (Int. Cl.³). **C 03 B 5/187.**

(22) Date de dépôt ..... 11 mars 1980.
(33) (32) (31) Priorité revendiquée :

(41) Date de la mise à la disposition du public de la demande ..... B.O.P.I. — « Listes » n° 38 du 18-9-1981.

(71) Déposant : Société anonyme dite : SAINT-GOBAIN VITRAGE, résidant en France.

(72) Invention de : Paul Burget et Michel Zortea.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Brot,
83, rue d'Amsterdam, 75008 Paris.

La présente invention a trait à un procédé et à un four de fusion pour la production de verre fondu homogène.

Comme on le sait, un four de fusion, constitué par un bassin allongé surmonté d'une voûte, comporte essentiellement deux parties : une zone de fusion et d'affinage à haute température et une zone de conditionnement à plus basse température, dite encore zone de braise, réunies, dans les fours modernes, par une partie à section étranglée, appelée corset. Dans la zone de fusion et d'affinage, on introduit en amont les matières premières formant la composition vitrifiable. Ces matières premières sont fondues au moyen de dispositifs de chauffage tels que des brûleurs. Le verre fondu passe ensuite en aval, à travers le corset, dans la zone de conditionnement, où il est amené à une température appropriée, pour être prélevé par tirée, en vue d'opérations ultérieures de formage, d'étirage, de flottage ou, plus généralement, de façonnage. Afin de permettre le réglage de la température du verre, la zone de conditionnement est pourvue de dispositifs de refroidissement mais aussi de dispositifs de chauffage, par exemple de brûleurs.

Il ne suffit pas, toutefois, d'amener le verre prélevé à la température appropriée, il faut encore que ce verre soit homogène. Or des courants naissent dans le four, en raison des différences de température et de la tirée, et provoquent un brassage plus ou moins prononcé. Parmi les plus notables de ces courants, un courant aller, situé immédiatement à la partie supérieure du bain, s'écoule de la zone de fusion et d'affinage vers la zone de conditionnement, tandis qu'un courant de retour, situé sous le courant d'aller, s'écoule en sens inverse. Toutefois, l'ensemble de ces mouvements n'est pas toujours suffisant pour l'obtention d'un verre homogène. Dans un même échantillon, prélevé en sortie du four, peuvent notamment exister des masses de verre ayant des durées de séjour dans le four comprises entre quelques dizaines d'heures et cinq à six semaines.

On a déjà essayé de remédier à cet inconvénient en disposant dans le bain de verre fondu des barrages transversaux mécaniques ou thermiques, pour obliger les courants de verre à passer par des ouvertures ménagées en profondeur dans le bain de verre, en provoquant ainsi un brassage accru.

On a proposé également de séparer mécaniquement deux zones distinctes du bain de verre à l'aide de barrages flottants. Ceux-ci sont disposés suivant toute la largeur du bassin et leur fonction est soit de provoquer un brassage du bain, soit de diviser le four en deux zones successives.

On a aussi constaté qu'il y a intérêt à ne barrer que la partie médiane du bain de verre fondu, au moyen d'un barrage occupant seulement une partie de la largeur de ce bain et une partie seulement de sa hauteur. Ce barrage - disposé entre la zone de fusion et d'affinage et la zone de conditionnement et, en particulier, dans le corset, lorsque le four en comporte un - permet de dériver le courant central de verre jeune (de formation récente) qui, en l'absence du barrage, viendrait alimenter la veine nourricière à la tirée.

On a toutefois constaté que l'action des barrages précités, si elle conduit à une sélection du verre, ne permet pas un brassage efficace de celui-ci. Or l'augmentation de la tirée spécifique des fours, pour des raisons économiques, ne permet plus de se satisfaire d'une sélection du verre, mais il faut lui ajouter une action de brassage des veines de verre d'âges différents. Pour les verres de couleur ou les verres spéciaux, cette action de brassage est encore plus nécessaire, car elle favorise une augmentation de la tirée, sans diminution de la qualité du verre.

La présente invention vise à proposer un procédé et un dispositif permettant d'accroître le brassage du verre fondu dans les fours de fusion, avec pour conséquence une

meilleure homogénéité du verre à la tirée, qui rend possible une augmentation de la tirée spécifique, sans que la qualité du verre en soit altérée.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé pour la production de verre fondu dans un four de fusion équipé d'un bassin contenant un bain de verre, où les constituants de ce verre sont fondus dans une zone de fusion-affinage et le verre fondu passe dans une zone de conditionnement adjacente dans laquelle il est prélevé, un courant d'aller du verre fondu, situé à la partie supérieure du bain, s'écoulant de la zone de fusion-affinage vers celle de conditionnement et un courant de retour, situé sous le courant d'aller, s'écoulant en sens inverse, ce procédé étant caractérisé en ce que l'on entraîne le courant d'aller vers un passage qui est situé à la limite commune des zones de fusion-affinage et de conditionnement et qui a une largeur plus étroite que celle dudit courant et en ce que l'on force le courant d'aller à traverser ledit passage, en aval duquel ledit courant reprend son étalement initial.

Dans une forme de mise en oeuvre de ce procédé, on arrête le courant d'aller sur une largeur déterminée de sa voie et on le force à s'écouler au travers d'un passage plus étroit que sa voie initiale, le courant d'aller s'épanouissant après ce passage et reprenant sa distribution initiale.

Avantageusement, le passage forcé du courant d'aller s'effectue près d'un côté du bassin et ce passage forcé a une largeur comprise entre 1 et 3 % de la largeur du bain.

De préférence, on fait s'écouler librement une veine du courant d'aller au voisinage du côté du bassin opposé au passage forcé latéral, notamment sur une largeur comprise entre 1/12 et 1/3 de la largeur du bain.

L'invention a également pour objet un dispositif pour la mise en oeuvre de ce procédé, ce dispositif étant caractérisé en ce qu'il comprend une rangée d'agitateurs

tournant dans le même sens, immergés dans le bain de verre fondu suivant un alignement transversal séparant la zone de fusion-affinage de la zone de conditionnement, un passage étant ménagé entre chaque extrémité de cet alignement et la paroi correspondante du bord du bassin.

De préférence, chacune des extrémités de la rangée d'agitateurs sera séparée par un passage du bord correspondant du bassin et le passage forcé aura une largeur plus faible que l'autre passage.

Le passage de largeur la plus faible pourra être limité par la paroi du bassin ou par un organe de barrage, par exemple par une plaque de matière réfractaire ou par une épingle refroidie.

Les dessins schématiques annexés illustrent l'invention. Sur ces dessins :

La figure 1 est une vue en plan d'un four conforme à l'invention ;

La figure 2 est une coupe transversale de ce four au niveau du corset,avec les agitateurs vus en perspective ;

La figure 3 est une coupe longitudinale du four illustrant le mouvement du verre fondu dans les zones de fusion-affinage et de conditionnement ;

La figure 4 est une vue en perspective d'un agitateur ;

La figure 5 illustre les mouvements imprimés au courant du verre par les agitateurs au niveau du corset du bassin ;

Les figures 6 et 7 sont deux striogrammes d'une glace préparée, respectivement, dans un four de fusion conforme à l'invention et dans un four classique ;

Les figures 8 et 9 sont des diagrammes illustrant les variations d'indice de réfraction d'une plaque de verre élaborée respectivement dans un four conforme à l'invention et dans un four classique.

On se réfèrera d'abord aux figures 1 et 2, qui montrent un four de fusion 1, comprenant un bassin allongé 2

contenant un bain de verre fondu 3, et une voûte 4, surmontant le bassin et s'étendant au-dessus de lui, la voûte et le bassin étant constitués de matières réfractaires appropriées. Ce bassin comporte un fond 5, des parois latérales 6, 6a et des parois d'extrémité, respectivement amont 7 et aval 8.

La composition vitrifiable (ensemble des constituants du verre) est déversée, à l'aide d'un dispositif approprié non représenté, dans une niche d'enfournement 7a, située à l'extrémité amont 7 du bassin 2. Cette composition, d'abord étalée en couche 9 à la surface supérieure du bain, est fondue, puis affinée dans la zone de fusion-affinage 10 à haute température, pourvue de moyens de chauffage, par exemple de brûleurs 11. Le verre affiné passe ensuite, à travers un étranglement 12 appelé corset, dans une zone de conditionnement 13, dite de braise, où les températures du verre sont homogénéisées et abaissées à une valeur appropriée. Le verre est alors prélevé en vue d'opérations ultérieures de formage, d'étirage, de flottage ou, plus généralement, de façonnage, par un canal 14, communiquant avec l'extrémité aval 8 du four 1.

En disposant les brûleurs 11 comme indiqué schématiquement sur la figure 1, on crée un point chaud A (figures 1 et 3), situé dans la zone de fusion-affinage et connu des techniciens du verre sous l'appellation de point-source. De part et d'autre de ce point A, s'établissent deux courants de convection, dont le premier 20, dirigé en surface vers l'amont 7 du four et vers la niche d'enfournement 7a, a pour effet d'activer la fusion des mottes de composition 9. Celles-ci provoquent le refroidissement de ce courant, qui plonge dans le bain et se dirige en sole (courant 20a de la figure 3) vers le point A, en se réchauffant, pour reformer le courant 20. La partie excédentaire 20b de ce courant est transférée en aval du point A, où elle se joint au second courant

issu du point A (le courant 21), puis se dirige en surface vers l'aval 8 du four, où la tirée 21a est prélevée, alors que le reste du verre fondu forme le courant de retour 22, qui se dirige en sole vers le point A.

Des agitateurs 16, suspendus par leur extrémité supérieure 17 à la voûte 4 (figure 2), tandis que leur extrémité inférieure 18 plonge dans le courant 21 du bain de verre fondu, sont disposés dans le corset 12, transversalement au bassin, suivant une ligne 15, avec deux passages libres, respectivement 30 et 31, à chacune des extrémités de la rangée (figure 1), entre les bords du bassin et les agitateurs.

Ces agitateurs, entraînés en rotation dans le même sens autour de leur extrémité supérieure 17 (flèche F) à l'aide de moyens appropriés non représentés, sont par exemple constitués d'un tube 19 (figure 4) avantageusement en acier, replié sur lui-même à l'extrémité supérieure des agitateurs, afin de pouvoir être alimenté en eau de refroidissement (flèches G et H). A l'extrémité inférieure 18 des agitateurs, le tube 19 présente une boucle 18a comprenant un segment de longueur l dans le plan horizontal.

Le fonctionnement de ce dispositif est le suivant :

On commence par entraîner les agitateurs à des vitesses progressivement croissantes. A une vitesse déterminée, ces agitateurs créent, dans le verre fondu, un courant continu 24 (figure 5), s'opposant au passage direct, dont l'existence peut être prouvée au moyen d'un indicateur de courant, par exemple, d'un palet de graphite (non représenté). Ce palet de graphite disposé sur le verre dans la zone de fusion-affinage décrit une courbe fermée en cheminant successivement sur le côté 24a situé en regard de la zone de fusion-affinage 10, sur une partie terminale 24b de la surface du courant d'entraînement, sur le côté 24c situé en regard de la zone de conditionnement et sur l'autre partie terminale 24d de la surface du courant d'entraînement.

Deux passages libres sont ainsi réservés au verre, dont l'un 30 est situé entre la partie terminale 24d de la surface du courant d'entraînement et la paroi latérale 6 du bassin, l'autre, 31, plus étroit que le passage 30, étant situé entre la partie terminale 24b de la surface du courant d'entraînement et la paroi latérale 6a du bassin. Le passage 31 peut être avantageusement délimité par un barrage 32 qui limite la corrosion de la paroi correspondante du four. Ce barrage 32 peut être formé, par exemple, d'une épingle refroidie (figure 2) ou d'une plaque en matière réfractaire (figure 5). Son action en profondeur est limitée au courant 24.

On peut utiliser des agitateurs 16 tous identiques et disposer leur rangée 15 dissymétriquement dans le bassin, ces agitateurs tournant tous à des vitesses sensiblement identiques.

Alternativement, tout en veillant à assurer l'étanchéité du barrage, on peut régler les vitesses des agitateurs, par exemple au niveau de l'agitateur 16 le plus près de la partie terminale 24b, de manière à augmenter l'effet d'entraînement dans le passage 31.

Comme on le voit sur la figure 5, les filets centraux 21a, b, c, d du courant d'aller sont entraînés dans le sens du mouvement de la surface 24. Le verre des filets 21a, b, c, d traverse le passage forcé 31 et s'étale ensuite dans la zone de conditionnement, sur toute la surface de la zone de conditionnement, selon une disposition dont la partie centrale 33b, c, d conserve la même position relative qu'en amont du passage 31.

Les filets extrêmes 21e, f du courant aller situés du côté du passage étroit 31 s'enroulent en formant un vortex 34 et sont repris, en conséquence, par le courant de retour 22. Les autres filets extrêmes du courant aller, situés du côté du passage large 30, par exemple 21g, franchissent ce passage. Ces filets servent à stabiliser et à recentrer les filets 33b, c, d et isolent le barrage de

la paroi 6 en évitant ainsi une usure accrue des réfractaires.

On remarquera toutefois que seuls les filets 33b, c, d, sont utilisés comme veine nourricière pour alimenter les machines de façonnage. Les autres filets 21g, 33a et 21e, f (comme mentionné ci-dessus pour ces filets 21e, f) sont repris par le courant de retour 22 et ne participent pas directement à la production.

La veine nourricière est donc uniquement formée de verre ayant subi un laminage très poussé entre le bord 6a du bassin, ou le barrage 32, et la partie terminale 24b de la zone d'entraînement. On donne en effet avantageusement au passage étroit 31 une largeur comprise entre 1 % et 3 % de la largeur du bain de verre, ou du bassin à l'endroit où sont situés les agitateurs, le passage 30 présentant une largeur comprise entre 1/12 et 1/3 de la largeur du bain. Les largeurs des passages latéraux 30 et 31 doivent d'ailleurs pouvoir être réglées en fonction des vitesses du verre dans la zone d'entraînement et de la largeur de la zone de prélèvement de la tirée.

La laminage précité du verre dans le passage étroit 31 a pour effet d'accroître l'hétérogénéité, ce qui facilite la diffusion chimique. L'homogénéisation progresse en conséquence rapidement, surtout si le verre est à une température égale ou supérieure à 1300°C.

Pour établir la bonne qualité du verre obtenu, on a relevé des striogrammes pour de la glace obtenue dans un même four équipé d'agitateurs (figure 6) ou n'en comportant pas (figure 7). On voit que l'image striographique de la glace est beaucoup plus régulière lorsque les agitateurs sont utilisés qu'en l'absence d'agitateurs.

Afin d'obtenir des résultats plus démonstratifs, on a également relevé point par point les variations d'indice de réfraction sur une tranche de verre d'un millimètre d'épaisseur découpée perpendiculairement au sens d'étirage de la glace. On constate que les variations d'indice de

réfraction sont bien moins fortes lorsque l'on utilise des agitateurs (figure 8) que lorsqu'on n'en utilise pas (figure 9).

Les agitateurs employés, au nombre de douze, étaient espacés de 300 mm les uns des autres et comportaient une partie 18a, d'une longueur l (figure 4) égale à 340 millimètres. Ils plongeaient de 200 millimètres dans un bain de verre d'une profondeur de l'ordre du mètre. Ces agitateurs étaient animés d'une vitesse de rotation d'environ 22 tours par minute, pour une production de verre de l'ordre de 600 tonnes/jour.

L'invention a été décrite ci-dessus dans son application à un four à bassin rectangulaire muni d'un corset, mais le procédé et le dispositif selon l'invention peuvent naturellement s'appliquer à toute autre forme de four.

REVENDICATIONS

1.- Procédé pour la production de verre fondu dans un four de fusion (1) équipé d'un bassin contenant un bain de verre (3), où les constituants de ce verre sont fondus dans une zone (10) de fusion-affinage et le verre fondu passe dans une zone (13) de conditionnement adjacente, dans laquelle il est prélevé, un courant (21) d'aller du verre fondu, situé à la partie supérieure du bain, s'écoulant de la zone de fusion-affinage vers celle de conditionnement et un courant de retour (22), situé sous le courant d'aller, s'écoulant en sens inverse, ce procédé étant caractérisé en ce que l'on entraîne le courant d'aller (21) vers un passage (31), qui est situé à la limite commune des zones de fusion-affinage (10) et de conditionnement (13) et qui a une largeur plus étroite que celle dudit courant, et en ce que l'on force le courant d'aller à traverser ledit passage (31), en aval duquel ledit courant reprend son étalement initial.

2.- Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que l'on arrête le courant d'aller (21) sur une largeur déterminée de sa voie et on le force à s'écouler au travers d'un passage (31) plus étroit que sa voie initiale, le courant d'aller s'épanouissant après ce passage et reprenant sa distribution initiale.

3.- Procédé suivant l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le passage forcé (31) du courant d'aller s'effectue près d'un côté du bassin.

4.- Procédé suivant l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que l'on effectue le passage forcé sur une largeur comprise entre 1 et 3% de la largeur du bain.

5.- Procédé suivant l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'on fait s'écouler librement une veine (21g) du courant d'aller au voisinage du côté du bassin opposé au passage forcé latéral (31).

6.- Procédé suivant la revendication 5, caractérisé en ce que la veine de courant s'écoule sur une largeur

comprise entre 1/12 et 1/3 de la largeur du bain.

7.- Procédé suivant l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le verre fondu est entraîné par une série de dispositifs (16) immergés en direction transversale dans le bain et tournant dans le même sens à des vitesses pour lesquelles il se crée dans le bain une surface continue qui s'oppose au passage direct du courant d'aller à travers elle et qui dirige et entraîne ledit courant vers le passage forcé (31).

8.- Dispositif de mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il comprend une rangée d'agitateurs (16) tournant dans le même sens, immergés dans le bain de verre fondu suivant un alignement transversal (15) séparant la zone de fusion-affinage (10) de la zone de conditionnement (13), un passage (30, 31) étant ménagé entre chaque extrémité de cet alignement (15) et la paroi correspondante du bord du bassin.

9.- Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que le passage forcé (31) a une largeur plus faible que l'autre passage (30).

10.- Dispositif suivant la revendication 9, caractérisé en ce que le passage (31) de largeur la plus faible est limité par une paroi (6a) du bassin.

11.- Dispositif suivant la revendication 10, caractérisé en ce que le passage de largeur la plus faible est limité par un organe (32) de barrage, par exemple par une plaque de matière réfractaire ou une épingle refroidie.

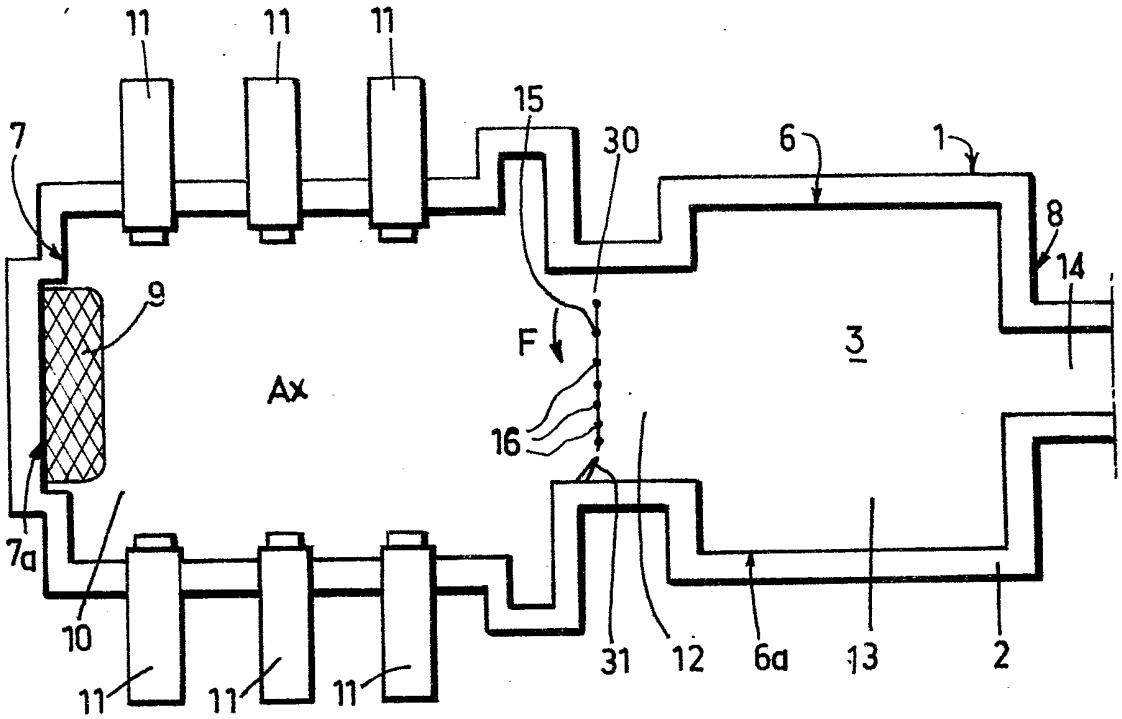
11
11
11
15
30
6
1
7
8
14
9
F
3
Ax
16
7a
10
11
11
11
31
12
6a
13
2

FIG.1

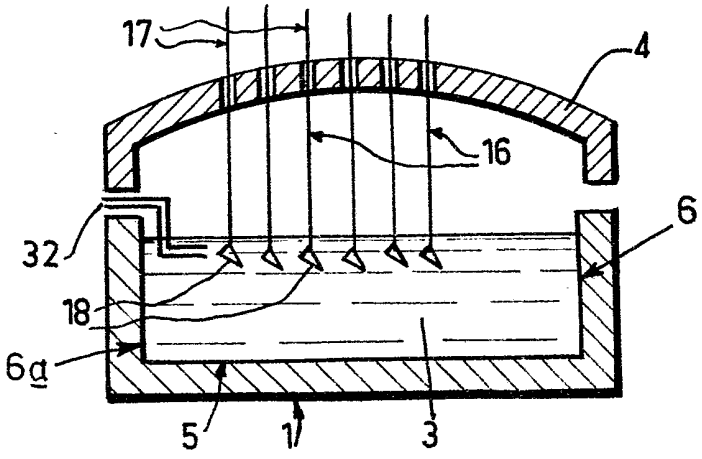
17
4
16
6
32
18
6a
5
1
3

FIG.2

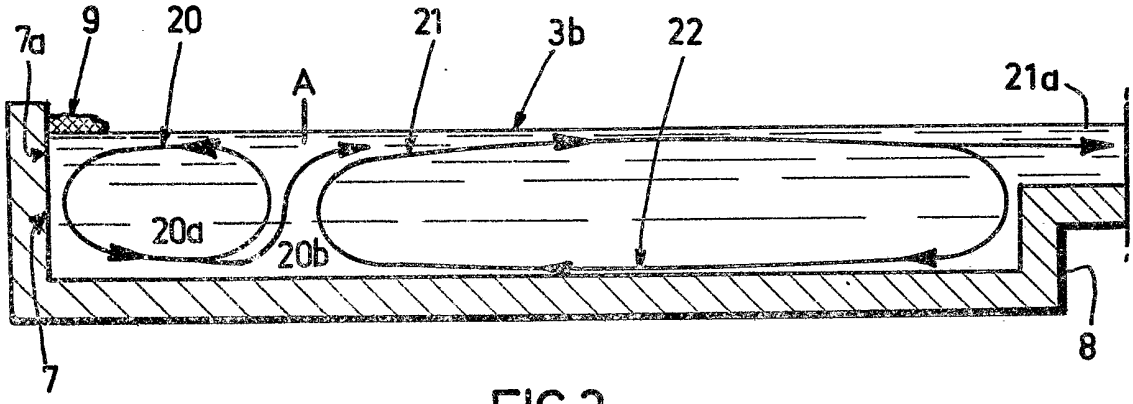

FIG.3

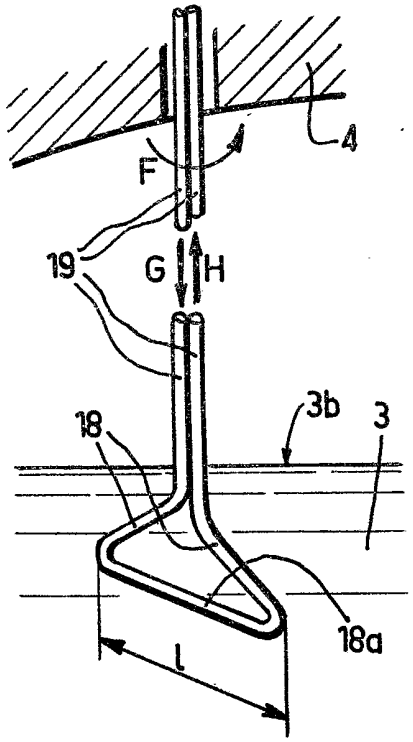

FIG.4

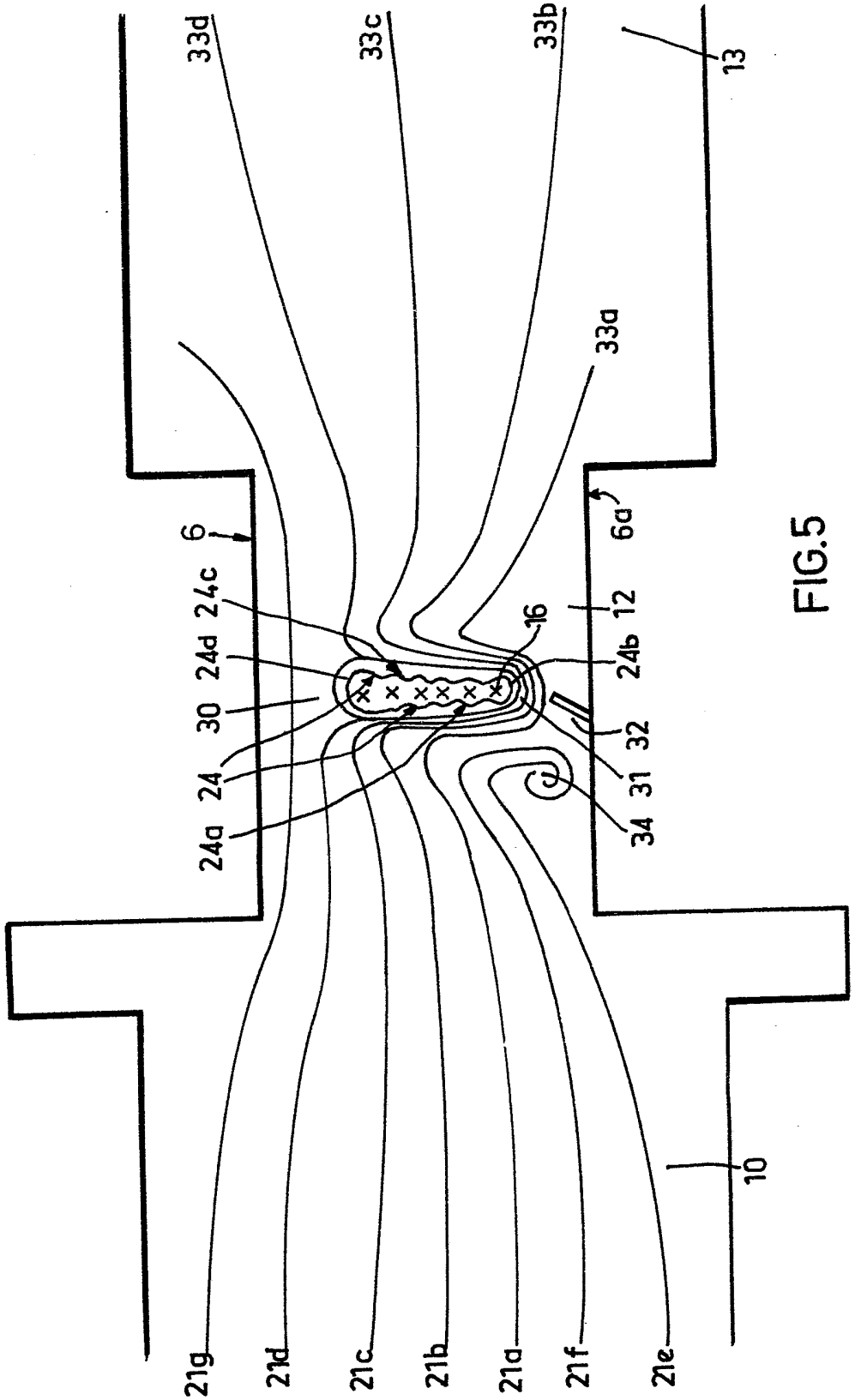
33d
33c
33b
13
33a
6
6a
24c
24d
30
24
24a
16
12
24b
32
31
34
21g
21d
21c
21b
21a
21f
21e
10

FIG.5

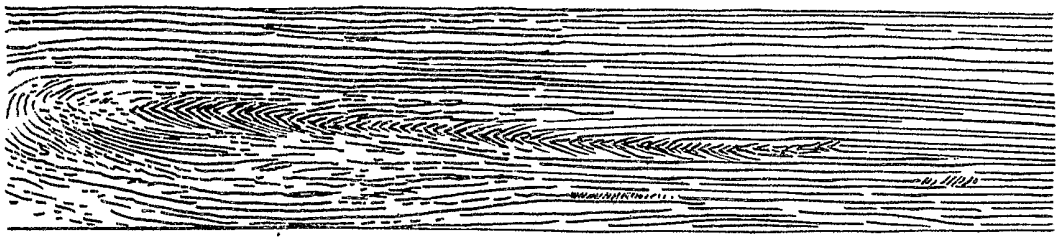

FIG.6

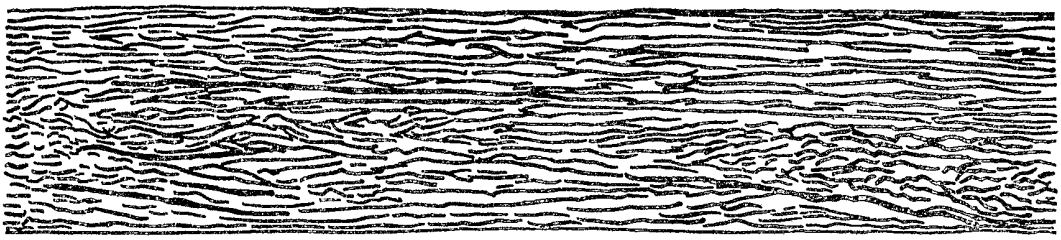

FIG.7

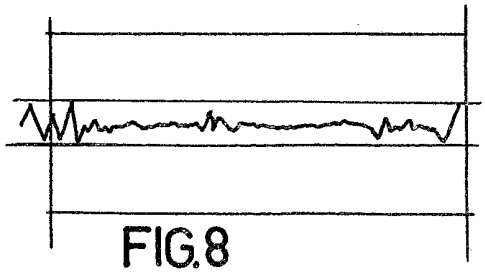

FIG.8

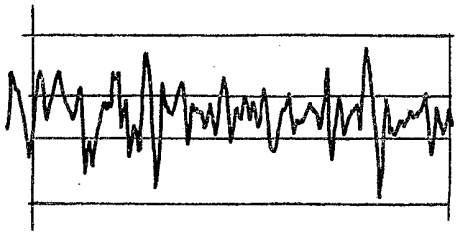

FIG.9