

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

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

2 470 098

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

N° 79 28538

⑭ Procédé et appareil pour la fabrication de fibres de verre.

⑮ Classification internationale (Int. Cl.³). C 03 B 37/08.

⑯ Date de dépôt..... 20 novembre 1979.

⑰ ⑱ ⑲ . Priorité revendiquée :

⑴ Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 22 du 29-5-1980.

⑵ Déposant : VETROTEX-SAINT-GOBAIN SA, résidant en France.

⑶ Invention de : Maxime Manera, Jean-Paul Faure, Jean-Pierre Renaudin et Jacques Lecron.

⑷ Titulaire : *Idem* ⑵

⑸ Mandataire : Saint-Gobain Recherche,
39, quai Lucien-Lefranc, 93304 Aubervilliers.

1

La présente invention est relative à un procédé et à un dispositif pour la fabrication de fibres de matières thermoplastiques minérales, par étirage de la matière fondue sortant des orifices d'une plaque perforée comprenant une forte densité d'orifices. Elle concerne en particulier la fabrication de fibres de verre continues par étirage mécanique de filets et de filaments formés en aval de la plaque perforée, ces filaments étant rassemblés sous forme de fils qui sont généralement bobinés sur un support.

La technique de fibrage connue la plus couramment utilisée pour fabriquer des fils continus consiste à étirer les filets de matière fondue à partir d'une filière dont la plaque de fond est munie de tétons permettant, en association avec des moyens de refroidissement adaptés, d'assurer la séparation stable des filets de matière. De plus, les tétons évitent le phénomène de "noyage" du fond de filière lors d'une rupture de filaments au cours de l'opération de fibrage. Avec une plaque à orifices sans tétons, ce phénomène bien connu de "noyage", aussi appelé "enverrage" dans le cas particulier du verre, se manifeste par la réunion de plusieurs cônes adjacents de matière fondue et par l'étalement de la matière sur la face inférieure de la plaque en raison des effets de capillarité et de mouillage de celle-ci. Lors d'une rupture de filaments au cours de l'opération de fibrage, la présence de tétons évite donc l'enverrage massif du fond de filière.

Compte tenu des difficultés de fabrication d'un fond de filière à tétons et aussi de la place importante occupée par ceux-ci, il a bien entendu été envisagé de les supprimer et de remplacer le fond de filière à tétons par une plaque perforée généralement plane comportant un nombre égal voire supérieur d'orifices sur une surface moindre. Ceci permet en principe, non seulement

d'étirer simultanément un plus grand nombre de filaments et par conséquent de fabriquer des produits nouveaux, mais aussi de remédier aux problèmes de déformation du fond de filière qui deviennent particulièrement importants dans le cas de filières de grandes dimensions.

Cependant, l'augmentation du nombre d'orifices par unité de surface de la plaque est en pratique rapidement limitée par le phénomène d'enverrage qui intervient lors d'une rupture de filaments et qui se produit d'autant plus facilement que les distances entre orifices adjacents sont plus faibles et que les conditions de fibrage, en particulier les températures au voisinage des orifices de la plaque, sont moins stables ou moins uniformes.

Pour obtenir des filières économiquement intéressantes, se caractérisant par un grand nombre d'orifices très proches les uns des autres et par une capacité de production supérieure à celle des installations classiques, il est donc nécessaire de pouvoir séparer facilement le verre en autant de filaments qu'il existe d'orifices, et de maintenir cette séparation pendant toute l'opération de fibrage.

Différents dispositifs et procédés ont été proposés pour obtenir avec des plaques à orifices une bonne stabilité de fibrage, et diminuer le nombre de ruptures de filaments ou les risques d'enverrage partiel ou total de la plaque, enverrage qui nécessite des opérations de redémarrage ou de relance du fibrage en général assez longues. Parmi les différents brevets pris dans ce domaine, le brevet français FR 2.257.552 est l'un des plus représentatifs. Ce brevet décrit une filière à fond plat présentant un grand nombre d'orifices par unité de surface, de l'ordre de 30 orifices par cm^2 et même plus. La formation des filaments et le maintien de leur séparation nécessitent un contrôle précis de la température du fond de la filière, en réglant l'énergie électrique fournie et en provoquant son refroidissement par un courant gazeux soufflé en permanence à vitesse élevée.

Ce procédé, long et compliqué à mettre en oeuvre, a fait l'objet de plusieurs perfectionnements.

Un de ces perfectionnements, décrit dans le brevet français FR 2.297.194, consiste par exemple à établir et à maintenir une différence importante de température entre le verre adjacent à la plaque et la surface externe de la plaque. La température de la plaque étant inférieure de 28 à 83°C à la température du verre, les

risques d'enverrage sont considérablement réduits. Ceci est obtenu par un soufflage permanent d'air sur le fond de la filière.

Un autre perfectionnement, décrit dans le brevet français FR 2.353.496, consiste à souffler en permanence l'air de refroidissement à partir de deux séries d'ajutages disposés de part et d'autre des grands côtés de la plaque perforée formant le fond de la filière. Les ajutages, qui font un angle compris entre 30° et 60° par rapport à la plaque, sont placés à une distance comprise entre 5 et 127 cm du centre de ladite plaque et délivrent des jets d'air à des vitesses d'environ 30 à 120 m/sec. Ainsi le flux d'air atteignant les orifices est sensiblement uniforme, tout en évitant une consommation excessive d'air. Malgré les perfectionnements apportés, ce type de procédé souffre de certains inconvénients inhérents au soufflage en lui-même. En particulier, il est difficile d'obtenir des températures relativement homogènes sur l'ensemble des orifices et un refroidissement régulier des cônes de verre, or ces variations de température sur le fond même de la filière provoquent une instabilité de fibrage qui affecte défavorablement le rendement de fabrication. D'autre part, en cas d'enverrage de la plaque plane après rupture de filaments, les opérations de relance du fibrage restent en général longues et compliquées, car le régime thermique est très fortement perturbé par les débits de gaz encore plus élevés que nécessite la relance. On notera aussi que ce type de procédés est d'autant plus difficile à mettre en oeuvre que l'on veut fabriquer des fibres de faible diamètre. De plus, le dispositif de fibrage est assez compliqué du fait de la présence de l'alimentation en gaz et du système pour régler les divers paramètres relatifs au soufflage des gaz.

Pour diminuer les risques d'enverrage des filières, le brevet français n° 2.128.312 décrit un procédé selon lequel un mélange gazeux particulier est dirigé vers un fond de filière formé soit d'une plaque à orifices plane, soit d'une plaque comprenant des canaux longitudinaux parallèles percés d'une rangée d'orifices. Ce procédé consiste à émettre de façon continue un gaz inerte ou non oxydant et un gaz hydrocarboné décomposable par la chaleur, afin de déposer du carbone et de provoquer une adsorption d'hydrogène sur le fond de filière. Le dépôt de carbone, qui résulte de la décomposition chimique des gaz au contact du verre et du fond de filière chauds, permet de diminuer le mouillage de ce dernier par le verre et s'oppose à la réunion des perles de verre qui se forment à chaque orifice.

La complexité du dispositif, qui comprend des organes tubulaires perforés ou poreux pour l'injection des gaz et tout un système d'alimentation en gaz inerte et en gaz hydrocarboné, la nature même des gaz utilisés augmentent le coût des installations de fibrage.

5 De plus, la formation de fibres de verre dans un milieu réducteur en présence de fines particules de carbone peut entraîner une dégradation des propriétés desdites fibres.

D'autres solutions ont été proposées, notamment pour contrôler l'enverrage intervenant après la rupture d'un filament.

10 Ainsi le brevet américain US 3.979.195 préconise de réunir chaque orifice à au moins deux orifices adjacents, par une fine cannelure creusée sur la face inférieure de la plaque perforée. De ce fait, lors de la rupture d'un filament, le verre s'écoulera préférentiellement dans la cannelure et viendra alimenter le filament
15 étiré par l'un des orifices adjacents. Le filament, grossi par cet apport de verre, se séparera en deux sous l'action du jet d'air soufflé en permanence sur le fond de la filière.

20 Outre les inconvénients déjà mentionnés du soufflage permanent d'un gaz, ce système est délicat à mettre en oeuvre. En effet, si le verre parcourant la cannelure est trop refroidi, il risque d'attirer le cône adjacent en venant à son contact et de provoquer la rupture du filament adjacent, ce qui conduira à un enverrage localisé non contrôlé; si le verre est trop chaud, il risque de migrer en dehors de la cannelure et de provoquer un enverrage également incontrôlable.

25 On trouve un procédé et un dispositif analogues, présentés comme un perfectionnement du brevet précédent, dans le brevet américain US 3.982.915.

30 Selon ce brevet, les orifices sont perforés dans une plaque plane et rassemblés par zone comprenant chacune plusieurs dizaines d'orifices. Au sein de chaque zone, les orifices sont étroitement appariés par groupe de deux ou trois, par exemple a, b, c.

35 Lorsqu'un filament issu de "a" casse accidentellement le verre s'écoulant de "a" mouille le métal séparant les trois orifices, alimente préférentiellement les cônes issus de "b" et "c", et est entraîné par ces derniers. Sous l'action du jet d'air dirigé en permanence sur le fond de la filière, on obtient de nouveau la séparation en trois filaments.

On retrouve ici, tous les inconvénients inhérents au soufflage permanent d'un gaz et aux variations très localisées de la viscosité

du verre pouvant conduire à une rupture en chaîne ou à un enverrage non contrôlé. De surcroît, le démarrage de la filière nécessite initialement l'enverrage total de la plaque perforée et il s'ensuit que la subdivision en filaments est longue et délicate.

5 Il ressort de l'exposé de l'art antérieur que de nombreuses techniques ont été proposées pour éviter l'enverrage, dès le démarrage de la filière, ou pour l'éliminer complètement avant de commencer l'opération de fibrage proprement dite.

10 Contrairement à l'art antérieur, la présente invention a pour objet un procédé et un dispositif qui permettent d'obtenir un enverrage contrôlé et stable sur des zones bien délimitées et perforées d'une pluralité d'orifices, et des conditions opératoires telles que le fibrage du verre puisse être réalisé, de manière sélective, à partir desdites zones.

15 En fait, l'invention a pour but d'obtenir à partir d'une filière donnée deux régimes de marche différents selon lesquels on obtient soit un filament par orifice, soit un filament à partir d'un groupe d'orifices enverrés. Ainsi, l'invention permet, à partir d'une même filière, de fabriquer une large gamme de fils se différenciant
20 notamment par le nombre de filaments élémentaires et par le diamètre desdits filaments.

La présente invention a également pour objet d'augmenter le nombre d'orifices par unité de surface et le nombre total d'orifices par filière, afin d'obtenir des fils constitués par un grand nombre
25 de filaments élémentaires tout en maintenant une bonne stabilité du fibrage même pour la fabrication de filaments de faible diamètre.

Ces différents facteurs, à savoir l'augmentation du nombre d'orifices et l'amélioration de la stabilité du fibrage, permettent de diminuer le nombre de ruptures de filaments et d'augmenter ainsi
30 considérablement les rendements de fabrication.

Ceci et d'autres buts sont atteints par l'emploi d'une nouvelle forme de filière travaillant dans des conditions qui sont décrites de façon plus détaillée ci-après.

35 En bref, la présente invention consiste essentiellement à alimenter en matériau thermoplastique à l'état fondu tel que du verre, une filière dont le fond est constitué d'une plaque généralement plane, comportant des séries d'alvéoles disposées en saillie sur ladite plaque et espacées les unes des autres, chaque alvéole étant munie à sa surface inférieure d'une pluralité d'orifices; à laisser

le verre s'écouler par lesdits orifices en ne recouvrant que la face inférieure desdites alvéoles; à étirer simultanément au moins un filament par alvéole de façon indépendante sur chaque alvéole et quelque soit le degré d'enverrage de la face inférieure desdites alvéoles.

Suivant une des caractéristiques de l'invention, on contrôle l'enverrage des faces inférieures des alvéoles par un refroidissement contrôlé du verre passant au travers des orifices perforés dans lesdites faces.

Selon un des aspects de l'invention, le refroidissement du verre est tel qu'il assure l'enverrage de la face inférieure de chaque alvéole, et qu'il permet d'étirer un seul filament par alvéole à partir du verre fondu s'écoulant de l'ensemble des orifices de chaque alvéole.

Sous un autre aspect de l'invention, le refroidissement du verre est tel qu'il réduit au minimum l'enverrage de la face inférieure des alvéoles, et qu'il permet d'étirer un filament à partir du verre s'écoulant de chacun des orifices perforés sur la face inférieure desdites alvéoles.

Ainsi on refroidit le verre jusqu'à une température t_1 en assurant l'enverrage de la face inférieure de chaque alvéole; on étire un filament par alvéole à partir du verre fondu réparti sur la face inférieure de ladite alvéole, puis on refroidit de nouveau le verre étiré jusqu'à une température t_2 inférieure à t_1 jusqu'à disparition de l'enverrage; on étire un filament à partir de chaque orifice.

Le fonctionnement de la filière est alors le suivant : on laisse le verre s'écouler par les orifices et recouvrir la face inférieure des alvéoles en formant une seule masse globuleuse par alvéole; on étire des filaments à raison d'un filament par alvéole; on envoie un courant gazeux sur lesdites alvéoles et on provoque la subdivision de chaque filament en autant de filaments élémentaires qu'il existe d'orifices à la base de chaque alvéole; on rassemble les filaments élémentaires en au moins un fil enroulé sur un support en rotation et on poursuit l'étirage desdits filaments en arrêtant le courant gazeux, dès le début de l'enroulement dudit fil.

Le refroidissement du verre est obtenu par échange thermique entre les parois des alvéoles et les gaz ambiants circulant entre les intervalles séparant lesdites alvéoles, et entraînés par les filaments

en cours d'étirage.

Ce refroidissement du verre est effectué de manière à réduire les écarts de température au niveau des orifices de la filière, et à augmenter la viscosité du verre sortant desdits orifices.

5 L'invention a également comme caractéristique, lorsque le déséquilibre thermique de la filière est tel que le verre présente au niveau des orifices des écarts de température susceptibles de nuire à la stabilité du fibrage, de régler le refroidissement du verre par échange thermique avec un dispositif muni d'organes refroidisseurs
10 disposés à proximité des alvéoles, en fonction des températures du verre fondu à la sortie des différents orifices.

Ce refroidissement ainsi effectué permet d'obtenir une meilleure uniformité des températures et un fibrage plus stable, sans faire intervenir un soufflage intense et continu d'air ou de gaz en
15 direction de la filière.

Ce refroidissement différencié résultant notamment des échanges thermiques par rayonnement entre les parois des alvéoles et les organes refroidisseurs, se traduit par des chutes de température entre les plans d'entrée P_E du verre dans les alvéoles et les faces
20 inférieures de celles-ci, assimilable à un plan moyen de fibrage P_F .

Les différentes chutes de température sont réglées, en particulier, en engageant ces organes ou une partie de ces organes dans les intervalles séparant les alvéoles et en les disposant à des hauteurs différentes par rapport à la plaque de la filière en fonction
25 des températures au niveau des orifices de fibrage.

Selon l'une des caractéristiques de l'invention, la chute de température ainsi créée entre les plans d'entrée P_E de la matière fondue dans une alvéole et la face inférieure de celle-ci, assimilable à un plan moyen de fibrage P_F , a une valeur au moins égale à 20°C.
30 Pour le fibrage du verre ou de matières thermoplastiques similaires, les chutes de températures dans les différentes alvéoles seront avantageusement comprises entre 20 et 140°C et de préférence entre 30 et 90°C.

Suivant une autre caractéristique de l'invention, la température
35 du verre dans les orifices d'une alvéole est sensiblement égale à la température du métal au voisinage immédiat de chaque orifice. Cette température est elle-même inférieure à la température de la plaque de la filière.

Le refroidissement par rayonnement des alvéoles et des bulbes

de verre, contrôlé éventuellement par le réglage de la position des organes refroidisseurs, est fonction des caractéristiques dimensionnelles des filières. Les caractéristiques ayant une influence importante sur ces échanges thermiques sont en particulier la hauteur des alvéoles et l'épaisseur de leurs différentes parois comme précisé ci-après dans la définition du dispositif.

Une des caractéristiques intéressantes de l'invention est de pouvoir fabriquer à partir d'une filière présentant un nombre total d'orifices N répartis sur n alvéoles, des fils constitués de n ou de N filaments élémentaires en agissant uniquement sur les conditions de fibrage telles que le courant gazeux balayant le fond de la filière, la chute de température provoquée dans les alvéoles et la vitesse d'étirage desdits filaments.

Ainsi, lorsqu'on veut passer d'un fil constitué de N filaments à un fil comprenant n filaments, il suffit, au moment de la relance, de maintenir l'enverrage de la face inférieure de chaque alvéole en évitant tout soufflage de gaz sur le fond de la filière et de modifier les paramètres de fibrage, notamment en diminuant la chute de température provoquée dans les alvéoles.

A l'inverse, lorsqu'on veut passer de n à N filaments, il suffit d'envoyer un courant gazeux au moment de la relance et de modifier les paramètres de fibrage, notamment d'augmenter la chute de température dans les alvéoles.

Il est important de souligner qu'après ce changement, le diamètre des filaments peut être plus faible tout en diminuant la vitesse d'étirage desdits filaments.

Parmi les différents avantages apportés par la présente invention, l'un des plus remarquables est la parfaite maîtrise de l'enverrage des zones perforées, qui confère aux filières une souplesse d'utilisation exceptionnelle; ainsi, au moment de la relance, l'opérateur ne manipule qu'un nombre relativement faible de filaments élémentaires et peut obtenir très rapidement un fil constitué de n ou de N filaments en adoptant des paramètres de fibrage traditionnels.

Par ailleurs, la grande variété de fils susceptibles d'être fabriqués à partir d'une filière déterminée, et notamment la possibilité d'étirer des filaments de diamètre assez faible (par ex. $10\mu\text{m}$) à des vitesses d'étirage relativement basses, permet de réaliser directement des produits semi-finis. Il est ainsi possible de fabriquer directement sous filière des enroulements de titre élevé connus sous le nom

de bobines de stratifil, ou de la fibre coupée.

A noter également que la rupture d'un filament issu d'un orifice n'entraîne pas systématiquement l'arrêt de la fabrication. En effet, si la verre s'écoulant par ledit orifice est suffisamment chaud
5 il alimentera les bulbes des autres filaments issus de la même alvéole et l'étirage pourra se poursuivre en formant au moins un filament par alvéole. Pour une filière présentant plusieurs milliers d'orifices, la formation d'un ou de quelques filaments de plus forte section, n'aura pas de conséquence sur la qualité du fil produit. Jusqu'à un nombre
10 limité de ce type particulier de rupture, l'opérateur n'aura pas à interrompre l'opération de fibrage, ce qui est particulièrement avantageux, notamment lors de la fabrication de produits semi-finis.

On peut noter aussi que la présente invention permet de fabriquer des fibres à une température de fibrage qui, au niveau des orifices,
15 est plus faible qu'avec les procédés classiques utilisant des filières à tétons. Pour le fibrage de verres identiques, ceci a pour conséquence d'augmenter, dans un certain nombre de cas, la durée des filières.

Le verre se présentant à une température relativement basse à
20 la sortie des orifices, il est également intéressant de souligner que la rupture d'un filament peut entraîner la rupture des autres filaments issus de la même alvéole. Toutefois, le processus d'enverrage se limite à la seule alvéole concernée, et la goutte de verre qui en résulte se forme beaucoup plus lentement que dans le cas des filières à tétons.

Cet avantage permet assez fréquemment de poursuivre l'opération
25 de fibrage jusqu'à la fin programmée de l'enroulement et d'augmenter ainsi le nombre de bobines complètes.

Le dispositif d'alimentation en verre fondu utilisé pour la mise en oeuvre du procédé de fibrage selon l'invention comporte une
30 source d'alimentation en verre reliée à une filière dont le fond est une plaque sur laquelle est disposé une série d'alvéoles séparées par des intervalles, la face inférieure de chaque alvéole étant percée d'une pluralité d'orifices. Il comporte également au moins une rampe de soufflage disposée latéralement et au-dessous du fond de la filière
35 ainsi que des organes d'étirage et d'enduction des filaments de verre. Il peut comprendre en outre, en combinaison avec cette plaque, au moins un dispositif muni d'organes refroidisseurs disposés à proximité des alvéoles. La forme des alvéoles, leurs dimensions, et leur espacement sont tels que, compte tenu de l'échange thermique avec les

gaz ambiants entraînés par les filaments en cours d'étirage et éventuellement avec ces organes refroidisseurs, des chutes de température au moins égales à 20 °C sont créées entre le plan d'entrée P_E du verre fondu dans une alvéole et la face inférieure de celle-ci assimilable au plan de fibrage P_F . Ces dimensions relatives sont calculées, pour

5 chaque filière, en fonction de la chute de température que l'on désire obtenir dans une alvéole, sachant qu'elle est en moyenne de l'ordre de 10 à 20 °C par millimètre de hauteur de verre déterminée à partir de P_E .

10 La face inférieure des alvéoles est de préférence sensiblement plane et les orifices qui y sont percés sont disposés de préférence régulièrement par rapport à l'axe vertical passant par le centre de ladite face.

15 Lorsqu'on étire un seul filament par alvéole, cette disposition des orifices permet notamment d'obtenir un écoulement plus régulier du verre alimentant le bulbe dudit filament.

Selon un mode de réalisation du dispositif, les alvéoles possèdent des parois verticales et présentent extérieurement une section

20 carrée.

Selon un autre mode de réalisation du dispositif, les alvéoles possèdent des parois verticales et présentent extérieurement une section

25 circulaire.

D'après une des caractéristiques de l'invention, les alvéoles sont disposées à intervalles réguliers par groupes formés chacun d'au

30 moins une rangée perpendiculaire à l'axe longitudinal de la filière, l'écartement entre deux groupes consécutifs étant tel qu'il permet l'insertion d'un organe de refroidissement. Lorsque le groupe est constitué d'au moins deux rangées, celles-ci sont de préférence décalées transversalement l'une par rapport à l'autre.

35 Le dispositif refroidisseur susceptible d'être associé à la filière comprend un ensemble d'éléments allongés refroidis par conduction ou par convection. Il est constitué de préférence d'un ensemble d'ailettes minces de type classique soudées à au moins un corps creux refroidi par un fluide.

Par ailleurs, la disposition et les dimensions des alvéoles forment un réseau de chicanes à la base de la filière, qui réduisent les turbulences créées par le courant d'air induit par l'étirage du verre et contribuent à stabiliser les bulbes.

Cet effet est renforcé par la présence des ailettes du refroidi-

disseur.

Le dispositif de fibrage selon l'invention et son fonctionnement sont décrits ci-après, de façon détaillée, en référence aux figures suivantes :

5 La figure 1 est une vue schématique d'ensemble, de face, d'un appareillage utilisé pour l'étirage mécanique de fibres continues par enroulement sur une broche tournant à grande vitesse, et comprenant une filière selon l'invention.

10 La figure 2 est une vue partielle en coupe transversale du fond de la filière, tel que représenté sur la figure 1.

La figure 3 est une vue partielle en coupe longitudinale du fond de la filière, tel que représenté sur la figure 1.

Les figures 4 A,B,C et D, illustrent les différentes phases du démarrage d'une filière selon l'invention.

15 Les figures 5, 6 et 7, sont des vues en plan partielles du fond de différentes filières selon l'invention.

La figure 8 est une vue en coupe longitudinale d'une partie du fond de la filière, tel que représenté sur la figure 5.

20 La figure 9 est une vue en coupe horizontale d'une des alvéoles représentées sur les figures 5 et 8.

La figure 10 est une vue, en coupe verticale, d'un autre type d'alvéole.

25 Les figures 11 et 12 représentent des vues schématiques d'ensemble, de face, d'une installation de fabrication directe sous filière d'enroulement de stratifils.

La figure 13 représente une vue schématique d'ensemble, de face, d'une installation de fabrication directe sous filière de mat de fils continus.

30 La figure 14 représente une vue schématique d'ensemble, de face, d'une installation de fabrication directe sous filière, d'un tapis de fibres coupées.

On se réfère tout d'abord à la figure 1, représentant à titre d'exemple la configuration générale d'un dispositif de fibrage équipé d'une filière selon l'invention.

35 La filière 1, généralement constituée d'un alliage Pt 90 %, Rh 10 %, est munie de bornes 2 pour l'arrivée du courant électrique utilisé pour son chauffage par effet joule. Elle contient du verre fondu qui s'écoule par les orifices, perforés sur la face inférieure d'une série d'alvéoles 4 réalisées de préférence dans le même alliage

que la filière et disposées ensaillie à la base d'une plaque 5
constituant le fond de la filière. La filière communique avec une
source d'alimentation en verre de type connu qui peut être soit
l'avant-corps d'un four à fusion directe à partir duquel le verre
5 s'écoule dans la filière directement à l'état fondu, soit un système
d'alimentation amenant le verre sous forme de billes, ces dernières
étant alors refondues dans la filière. Quelle que soit la source
d'alimentation utilisée, l'écoulement du verre fondu à travers les
10 orifices est assuré essentiellement par la pression hydrostatique
de la masse en fusion se trouvant au-dessus de la plaque. Le verre
est étiré en filaments élémentaires 6, de façon classique, par l'inter-
médiaire d'une broche tournante 7. Après dépôt d'ensimage au moyen
d'un organe ensimageur, schématisé en 8, les filaments sont rassemblés
15 en un ou plusieurs fils 9 par les organes habituellement employés
dans cette technique tels que les peignes 10 et 11; le fil est ensuite
bobiné autour de la broche tournante 7, le long de laquelle il se
déplace sous l'influence d'un organe de répartition ou hélice 12.

Une rampe de soufflage 13, munie par exemple d'une série
d'ouvertures 14, est installée à proximité et au-dessous du plan de
20 fibrage, les ouvertures 14 étant dirigées vers le fond de la filière.
Lesdites ouvertures peuvent être constituées de buses ou de trous
très rapprochés, disposés parallèlement à l'axe longitudinal de la
filière.

Ainsi, la rampe représentée sur la figure 1 et la figure 4 C
25 est munie d'une rangée d'orifices de 1 mm de diamètre et dont la dis-
tance d'entr'axe est de 2 mm. La longueur de la rangée est au moins
égale à celle de la filière.

Cette rampe est disposée au-dessous du plan de fibrage à une
30 distance comprise entre 100 et 160 mm par rapport à l'axe longitudinal
dudit plan de fibrage.

Elle peut être montée fixe ou rotative; dans ce dernier cas,
sa vitesse de rotation peut être de l'ordre de 2 à 3 tours par seconde
afin d'assurer un balayage régulier de l'ensemble du plan de fibrage.

D'autres modes de soufflage peuvent être envisagés.

35 Ainsi le courant gazeux peut être délivré par un simple tube
flexible de fort diamètre, dirigé et déplacé manuellement vers le fond
de la filière, ou par plusieurs tubes fixes de fort diamètre.

La rampe 13, reliée à une source de gaz non représentée, peut
délivrer un courant gazeux à un moment déterminé de la relance de la

filière, comme précisé ci-après.

Le dispositif de refroidissement représenté partiellement sur les figures 2 et 3, est du type refroidisseur à ailettes, bien connu dans l'art antérieur. Les ailettes 15 sont reliées à au moins un tube principal 16 dans lequel circule un liquide réfrigérant, par exemple de l'eau. Ces ailettes sont de préférence en argent ou en cuivre niqué, mais peuvent être aussi constituées par d'autres métaux ayant une bonne conductibilité thermique.

Les ailettes sont disposées en regard des intervalles séparant deux rangées consécutives, afin de pouvoir éventuellement les engager partiellement dans cet espace pour favoriser l'obtention des températures désirées au niveau des orifices de fibrage.

Le démarrage des filières selon l'invention illustré par les figures 4A, 4B, 4C et 4D, peut être réalisé de la manière suivante :

Le verre fondu alimentant la filière 1 passe dans les alvéoles 4, s'écoule par les différents orifices 3 perforés à leurs faces inférieures et enverre rapidement lesdites faces. L'écoulement provoque la formation d'une seule masse globuleuse 20 par alvéole, qui descend progressivement sous l'action de son propre poids, en entraînant dans son sillage un seul filament de verre 21. Cette phase peut être accélérée par une intervention manuelle.

On réunit l'ensemble des filaments 21 ainsi formés et l'on procède à leur étirage mécanique à faible vitesse.

On envoie alors un courant gazeux, de préférence de l'air, à une pression inférieure ou égale à 100 mm d'eau, sur le fond de la filière. Pour une filière dont le fond présente une surface de 250 cm² environ, le débit d'air délivré est compris entre 0,1 et 1 m³ par seconde. La vitesse de l'air au niveau du fond de la filière est de quelques mètres par seconde, par exemple de 1 à 10 m/sec.

On provoque ainsi, de manière instantanée, la subdivision de chaque filament 21 en autant de filaments élémentaires 22 qu'il existe d'orifices à la base de chaque alvéole.

On rassemble les filaments élémentaires 22 en au moins un fil et on l'enroule sur la broche mise en rotation. On poursuit ainsi l'étirage des filaments en arrêtant le courant gazeux, dès le début de la formation de l'enroulement.

On peut utiliser le même cycle opératoire en supprimant l'action du courant gazeux, on obtient alors un filament élémentaire par alvéole.

La vitesse du courant gazeux étant amenée à une valeur suffisam-

ment faible, il est possible de le maintenir pendant toute l'opération de fibrage.

5 Les figures 5 et 6 montrent des alvéoles présentant 4 à 7 orifices, exemples de réalisation illustratifs mais non limitatifs de la présente invention. Il est évidemment possible d'augmenter le nombre d'orifices par alvéole, selon les dimensions des alvéoles, le diamètre des orifices, les distances d'entr'axes notamment.

10 Le choix du nombre d'orifices résulte du compromis recherché entre la meilleure densité d'orifices possible et une bonne séparation des bulbes pendant toute l'opération de fibrage.

15 Quel que soit le nombre d'orifices choisi, il a pu être constaté que les centres desdits orifices peuvent être avantageusement disposés sur des cercles centrés sur l'axe vertical passant par le milieu de la face inférieure de l'alvéole; le centre de ladite face peut être occupé par un orifice central. La distance bord à bord des orifices peut varier de 1 mm à 0,2 mm et même moins, mais elle est de préférence comprise entre 0,2 et 0,5 mm.

20 Les alvéoles peuvent être disposées en rangées simples ou en rangées doubles, perpendiculairement à l'axe longitudinal du fond de la filière, ainsi que le montrent les figures 5 et 7.

25 Dans chaque rangée, les alvéoles sont séparées par une distance "a" qui peut être au moins égale à 0,1 mm, mais qui est de préférence comprise entre 0,4 et 1 mm. Cette distance est conservée entre deux alvéoles adjacentes appartenant à deux rangées différentes lorsqu'on adopte la configuration représentée à la figure 7. L'écartement "b" existant entre deux rangées simples ou doubles représentées sur les figures 5 et 7 est tel qu'il permet d'insérer un élément du dispositif de refroidissement. Ainsi "b" peut varier de 2,5 à 5,5 mm et de préférence de 3,5 à 4 mm.

30 Les figures 5 à 7 représentent des alvéoles de forme cubique ou cylindrique dont la réalisation est simple. Il est bien évident que, sans sortir du cadre de l'invention, d'autres formes d'alvéoles sont envisageables dans la mesure où elles peuvent être agencées en groupes compacts.

35 Un avantage particulier de l'emploi d'alvéoles espacées les unes des autres est que le courant électrique circule essentiellement dans la plaque du fond entre les alvéoles, plutôt que dans les parois des alvéoles. Il en résulte notamment que l'épaisseur de la face inférieure des alvéoles peut être choisie indépendamment des caractéris-

tiques électriques de la filière considérée globalement. De ce fait, la filière à alvéoles présente des caractéristiques électriques similaires à celles des fonds classiques à tétons, sans en présenter les inconvénients.

5 Certaines caractéristiques dimensionnelles importantes sont illustrées par la figure 8; il s'agit des épaisseurs e et f correspondant respectivement aux fonds de la filière et des alvéoles, de la hauteur h et de l'épaisseur p de la paroi latérale de ces dernières.

10 La détermination de ces caractéristiques est conditionnée essentiellement par les phénomènes d'énergie électrique dissipée par effet Joule, la résistance mécanique de la filière, les phénomènes d'échanges thermiques, le débit de verre par orifice et le nombre d'orifices par unité de surface.

15 Ainsi, dans le souci de conférer une résistance mécanique suffisante au fond de filière, tout en immobilisant le moins de métal possible, l'épaisseur e varie de 0,5 à 3 mm et de préférence de 1 à 2 mm.

20 Cette épaisseur, déterminée indépendamment des caractéristiques dimensionnelles de l'alvéole peut varier d'une zone à une autre du fond et est choisie de manière à obtenir une distribution des courants électriques qui soit la plus homogène possible sur l'ensemble du fond de la filière.

25 L'épaisseur f qui conditionne en partie le débit de verre peut varier indépendamment des autres caractéristiques dimensionnelles; en choisissant des épaisseurs très faibles, on réduit au minimum les pertes de charges dans les orifices, ce qui permet d'obtenir des débits élevés à partir d'orifices de faible diamètre. Cette épaisseur f peut varier de 0,2 à 2 mm et de préférence de 0,4 à 1 mm, en fonction du diamètre des orifices.

30 Le degré de refroidissement du verre dépend étroitement de la hauteur h et de l'épaisseur p de la paroi des alvéoles.

35 L'épaisseur p de la paroi P peut être constante, lorsque l'alvéole est de forme cylindrique par exemple. Elle peut également varier dans un plan horizontal, lorsque l'alvéole de forme extérieure cubique présente une configuration interne cylindrique, ainsi que le représente la figure 9. L'épaisseur p peut aussi varier régulièrement dans un plan vertical suivant la figure 10. Dans ce dernier cas, l'épaisseur de la paroi P variera, du point de raccordement de l'alvéole avec le fond de la filière à la face inférieure de ladite alvéole, d'une valeur p à une

valeur p' , inférieure à p .

D'une façon générale pour les filières selon l'invention, h varie de 1 à 10 mm et p de 0,2 à 2 mm et de préférence de 0,4 à 1 mm.

En l'absence d'ailettes, dans le plan P_E , représenté schématiquement sur la figure 8 et défini comme le plan d'entrée du verre dans les alvéoles, on désigne par T_{E1} , T_{E2} les températures du verre respectivement à l'entrée des deux alvéoles 1 et 2 et par T_{F1} , T_{F2} les températures dans le fond de ces alvéoles, au niveau des orifices, c'est-à-dire dans le plan de fibrage P_F . Si T_{E2} est supérieure à T_{E1} , tout autre paramètre étant maintenu constant, la chute de température, $\Delta T_{N2} = T_{E2} - T_{F2}$, provoquée dans l'alvéole 2 est supérieure à la chute de température, $\Delta T_{N1} = T_{E1} - T_{F1}$, dans l'alvéole 1 étant donné la prépondérance des échanges thermiques par rayonnement et par convection dans ce système sans gaz additionnel où les températures de travail sont très élevées.

Par conséquent, l'écart de température dans le plan moyen, $\Delta T_F = T_{F2} - T_{F1}$ sera inférieur à l'écart $\Delta T_E = T_{E2} - T_{E1}$ dans le plan d'entrée des alvéoles. Cet effet d'amortissement thermique, c'est-à-dire d'atténuation au niveau du plan de fibrage des écarts de température existant à l'entrée des alvéoles est d'autant plus important que la chute de température dans chaque alvéole est plus élevée.

Si la réduction des écarts de température dans le plan P_F reste néanmoins insuffisante, la configuration du fond de filière selon l'invention permet d'insérer des ailettes de refroidissement 15 et de contrôler par ce moyen les chutes de température que l'on souhaite établir dans les différentes rangées d'alvéoles.

La faible dispersion des températures obtenues dans le plan de fibrage P_F est telle que la stabilité de fibrage devient au moins aussi bonne qu'en présence de tétons, ce qui permet ou facilite la fabrication de filaments de petits diamètres à des rendements intéressants. Cette faible dispersion des températures au niveau des orifices présente d'autre part l'avantage de diminuer la dispersion des diamètres de filaments pour un domaine de température de fibrage donné.

Ceci, joint à la possibilité d'obtenir des filaments de diamètre assez faible à des vitesses d'étirage relativement basses, rend les filières selon l'invention particulièrement bien adaptées pour la fabrication de produits semi-finis.

Les figures 12 à 14 illustrent à ce sujet, les principaux domaines d'application.

Le premier concerne la fabrication, directement sous filière, d'enroulements de titre élevé obtenus soit à partir d'une seule filière (figure 11), soit à partir de plusieurs filières (figure 12).

Le second concerne la fabrication de mat à partir de fils continus délivrés par une pluralité de filières, selon un dispositif, tel que celui représenté sur la figure 13, montrant l'une desdites filières.

Le troisième, relatif à la fabrication directement sous filière de fibres coupées, est illustré par la figure 14. Celle-ci montre un exemple d'installation permettant d'obtenir en continu un tapis de fibres coupées.

L'intérêt et les avantages du procédé et du dispositif précédemment décrits ressortiront clairement des exemples suivants, donnés à titre non limitatif, et illustrant quelques modes de réalisation particuliers de filières selon l'invention.

15 EXEMPLE N° 1

Le fond de filière est constitué d'une plaque métallique en platine rhodié 90 %-10 % et comprend 40 rangées d'alvéoles à raison de 10 alvéoles par rangée, chaque alvéole étant percée de 4 orifices.

La disposition des alvéoles et leur structure sont celles représentées sur les figures 5, 8 et 9.

Les différentes caractéristiques dimensionnelles sont les suivantes :

- fond de filière = 380 x 16 mm
- épaisseur $e = 1,5$ mm
- 25 - distance entre 2 alvéoles : $a = 1$ mm
 $b = 3,5$ mm
- section de l'alvéole = 4,7 x 4,7 mm
- hauteur de l'alvéole $h = 4,5$ mm
- épaisseurs : $f = 0,5$ mm
- 30 p (minimum) = 0,35 mm
- diamètre des orifices = 1,6 mm
- distance bord à bord $d = 0,2$ mm

Selon un premier régime de marche, on obtient avec cette filière un fil de 900 tex constitué de 1600 filaments élémentaires de 17 μ m de diamètre, à une vitesse d'étirage de 12 m/sec.

La température moyenne de fibrage, mesurée par pyrométrie optique, est comprise entre 1130 et 1140°C. Les chutes de température provoquées dans les alvéoles oscillent entre 80 et 90°C, les ailettes de refroidissement étant placées de sorte que leur extrémité supérieure se

trouve approximativement à 2 mm au-dessous du fond des alvéoles.

La production journalière est de 890 kg.

5 Selon un deuxième régime de marche, on obtient avec cette filière un fil de 1000 tex constitué de 400 filaments élémentaires de 36 μ m de diamètre, à une vitesse d'étirage de 10 m/sec.

La température moyenne de fibrage est comprise entre 1150 et 1160 °C.

Les chutes de températures provoquées dans les alvéoles oscillent entre 60 et 70 °C.

10 La production journalière est de 890 kg.

EXEMPLE N° 2

Le fond de la filière, constitué du même alliage que dans l'exemple n° 1, comprend 32 rangées d'alvéoles à raison de 7 alvéoles par rangée, chaque alvéole étant percée de 7 orifices.

15 La disposition des alvéoles et la répartition des orifices sont celles représentées figure 6. Au nombre d'orifices près, leur structure est identique à celle des alvéoles décrites dans l'exemple n° 1.

20 Les différentes caractéristiques dimensionnelles sont les suivantes :

- fond de filière = 380 x 58 mm
- épaisseur e = 1,5 mm
- distance entre 2 alvéoles : a = 1 mm
b = 3,5 mm

- 25
- section de l'alvéole = 6,4 x 6,4 mm
 - hauteur de l'alvéole h = 4,5 mm
 - épaisseur : f = 0,5 mm

- p (minimum) = 0,5 mm
- diamètre des orifices = 1,6 mm
- 30 - distance bord à bord = 0,3 mm

Les possibilités offertes par cette filière de 1568 orifices pour une tirée correspondant à 900 kg/j sont illustrées par les exemples de fabrication résumés dans le tableau N° 1 cité en annexe.

EXEMPLE N° 3

35 Dans cet exemple, le fond de la filière est également réalisé en platine rhodié 90 % - 10 %; il comprend 52 rangées d'alvéoles à raison de 19 rangées par alvéole, chaque alvéole étant percée de 4 orifices. La disposition des alvéoles et leur structure sont celles représentées sur les figures 5, 8 et 9.

Les caractéristiques dimensionnelles de la filière sont les suivantes :

- fond de filière = 463 x 111 mm
- épaisseur $e = 1,5$ mm
- 5 - distance entre 2 alvéoles : $a = 1$ mm
 $b = 3,5$ mm
- section de l'alvéole = 4,7 x 4,7 mm
- hauteur de l'alvéole $h = 4,5$ mm
- épaisseur : $f = 0,5$ mm
- 10 p (minimum) = 0,35 mm
- diamètre des orifices = 1,6 mm
- distance bord à bord = 0,2 mm

15 Les possibilités offertes par cette filière de 3952 orifices pour une tirée théorique de 2000 kg/j sont illustrées à travers les exemples de fabrication résumés dans le tableau N° 2 cité en annexe.

A N N E X ETABLEAU 1

Nombre de filaments	Titre (tex)	ϕ filament (μm)	Vitesse d'étirage (m/s)
224	128	17	81
224	160	19	65
224	256	24	41
1568	311	10	33
1568	448	12	23
1568	900	17	12
1568	1792	24	6

TABLEAU 2

Nombre de filaments	Titre (tex)	ϕ filament (μm)	Vitesse d'étirage (m/s)
988	400	14	57,8
988	600	17	38,6
988	1200	24	19,2
3952	800	10	28,9
3952	1200	12	19,2
3952	2400	17	9,6
3952	4800	24	4,8

REVENDEICATIONS

21

1. Procédé de fabrication par étirage mécanique, à partir d'une matière minérale thermoplastique telle que du verre, de fibres formées à partir d'une pluralité d'orifices très rapprochés répartis par zones sur le fond d'une filière métallique constituée d'une plaque, caracté-
- 5 risé en ce que :
- l'on fait passer le verre fondu dans une multiplicité d'alvéoles disposées en saillie sur ladite plaque et espacées les unes des autres, chaque alvéole étant munie à sa face inférieure d'une pluralité d'ori-
 - 10 fices,
 - on laisse le verre s'écouler par lesdits orifices et recouvrir la face inférieure desdites alvéoles,
 - on étire simultanément au moins un filament par alvéole de façon indépendante sur chaque alvéole et quel que soit le degré d'enverrage de la face inférieure desdites alvéoles.
- 15 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on contrôle l'enverrage des faces inférieures des alvéoles par un refroidissement contrôlé du verre passant au travers des orifices perforés dans lesdites faces.
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le
- 20 refroidissement du verre est tel qu'il assure l'enverrage de la face inférieure de chaque alvéole et qu'il permet d'étirer un seul filament par alvéole à partir du verre s'écoulant de l'ensemble des orifices de chaque alvéole.
4. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que le
- 25 refroidissement du verre est tel qu'il réduit au minimum l'enverrage de la face inférieure des alvéoles et qu'il permet d'étirer un filament à partir du verre s'écoulant de chacun des orifices perforés sur la face inférieure desdites alvéoles.
5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé
- 30 en ce que le refroidissement du verre est obtenu par échange thermique avec les gaz ambiants circulant entre les intervalles séparant les alvéoles et entraînés par les filaments en cours d'étirage.
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé
- 35 en ce que le refroidissement du verre est contrôlé par échange thermique avec au moins un dispositif muni d'organes refroidisseurs disposés à proximité des alvéoles.
7. Procédé selon l'une des revendications 2 à 6, caractérisé en ce que le refroidissement du verre se traduit par des chutes de température entre les plans d'entrée P_E du verre dans les alvéoles et le

22

plan moyen de fibrage P_{F} au moins égales à 20 °C.

8. Procédé selon l'une des revendications 6 et 7, caractérisé en ce que les chutes de températures sont réglées sélectivement en ajustant les divers organes refroidisseurs par rapport à la plaque de la filière.

9. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le refroidissement du verre est tel qu'il se traduit par des chutes de température comprises entre 20 et 140 °C et de préférence entre 30 et 90 °C.

10. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la température du verre dans les orifices est sensiblement égale à la température du métal au voisinage de chaque orifice.

11. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'

- on refroidit le verre jusqu'à une température t_1 en assurant l'enverrage de la face inférieure de chaque alvéole,

- on étire un filament par alvéole à partir du verre réparti sur la face inférieure desdites alvéoles,

- puis on refroidit de nouveau le verre étiré à une température t_2 , inférieure à t_1 , jusqu'à la disparition de l'enverrage,

- on étire un filament à partir du verre s'écoulant de chacun des orifices perforés sur la face inférieure desdites alvéoles.

12. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'on modifie le nombre de filaments élémentaires constituant le fil en changeant les conditions de fibrage par l'action d'un courant gazeux balayant le fond de la filière.

13. Procédé selon la revendication 12, caractérisé en ce que l'on crée le courant gazeux au moment de la relance.

14. Procédé selon les revendications 12 et 13, caractérisé en ce que l'on supprime le courant gazeux, dès le début de l'enroulement du fil.

15. Procédé selon l'une des revendications 12 à 14, caractérisé en ce que :

- l'on fait passer le verre fondu dans une série d'alvéoles disposées en saillie sur le fond de la filière, et munies à leur face inférieure d'une pluralité d'orifices;

- l'on laisse le verre s'écouler par lesdits orifices et enverrer la face inférieure desdites alvéoles en formant une seule masse globuleuse par alvéole;

- à partir desdites masses, l'on étire lentement des filaments, à raison d'un filament par alvéole;
- l'on envoie un courant gazeux sur la base de la filière et
- l'on provoque ainsi la subdivision de chaque filament en autant de filaments élémentaires qu'il existe d'orifices à la base de chaque alvéole;
- l'on rassemble lesdits filaments élémentaires en au moins un fil enroulé sur un support en rotation;
- l'on arrête le courant gazeux, dès le début de l'enroulement dudit fil et
- l'on poursuit l'étirage des filaments élémentaires en l'absence de courant gazeux.

16. Procédé selon la revendication 15, caractérisé en ce qu'on diminue le diamètre des filaments élémentaires étirés, en réduisant la vitesse d'étirage desdits filaments.

17. Dispositif pour la fabrication de fibres à partir d'une matière minérale thermoplastique fondue, telle que du verre, comprenant une source d'alimentation en verre, reliée à une filière chauffée par effet Joule et dont la face inférieure est perforée d'une pluralité d'orifices très rapprochés, répartis par zones, un dispositif de soufflage de gaz disposé latéralement et au-dessous du fond de la filière, un dispositif ensimeur et des organes d'étirage mécanique desdites fibres, caractérisé en ce que le fond de la filière est constitué d'une plaque comprenant un ensemble de parois définissant des séries d'alvéoles disposées en saillie au-dessous de ladite plaque et régulièrement espacées les unes des autres, lesdites alvéoles étant ouvertes à leur partie supérieure et fermées à leur partie inférieure par une face perforée d'une pluralité d'orifices.

18. Dispositif selon la revendication 17, caractérisé en ce que la chute de température créée dans les alvéoles est contrôlée par au moins un dispositif muni d'ailettes de refroidissement disposées en regard des intervalles séparant les alvéoles.

19. Dispositif selon l'une des revendications 17 et 18, caractérisé en ce que les alvéoles sont disposées à des intervalles réguliers par groupes formés chacun d'au moins une rangée perpendiculaire à l'axe longitudinal de la filière, l'écartement entre deux groupes consécutifs étant tel qu'il permet l'insertion d'une ailette de refroidissement.

20. Dispositif selon l'une des revendications 17 à 19, caractérisé en ce que chaque groupe d'alvéoles comprend au moins 2 rangées décalées

transversalement l'une par rapport à l'autre et perpendiculaires à l'axe longitudinal de la filière.

5 21. Dispositif selon l'une des revendications 17 à 20, caractérisé en ce que la face inférieure de chaque alvéole est sensiblement plane et comprend au moins quatre orifices.

22. Dispositif selon l'une des revendications 17 à 21, caractérisé en ce que la section extérieure de chaque alvéole est carrée.

23. Dispositif selon l'une des revendications 17 à 21, caractérisé en ce que la section extérieure de chaque alvéole est circulaire.

10 24. Dispositif selon l'une des revendications 17 à 23, caractérisé en ce que l'épaisseur de la paroi des alvéoles est variable dans un plan horizontal.

25. Dispositif selon l'une des revendications 17 à 24, caractérisé en ce que la paroi des alvéoles est verticale.

15 26. Dispositif selon l'une des revendications 17 à 24, caractérisé en ce que l'épaisseur de la paroi des alvéoles décroît régulièrement de leur point de raccordement au fond de la filière à leur face inférieure.

20 27. Dispositif selon l'une des revendications 17 à 26, caractérisé en ce que les orifices perforés sur face inférieure de chaque alvéole sont disposés régulièrement par rapport à l'axe vertical passant par le centre de ladite face.

28. Dispositif selon l'une des revendications 17 à 27, caractérisé en ce que la hauteur h des alvéoles est comprise entre 1 et 10 mm.

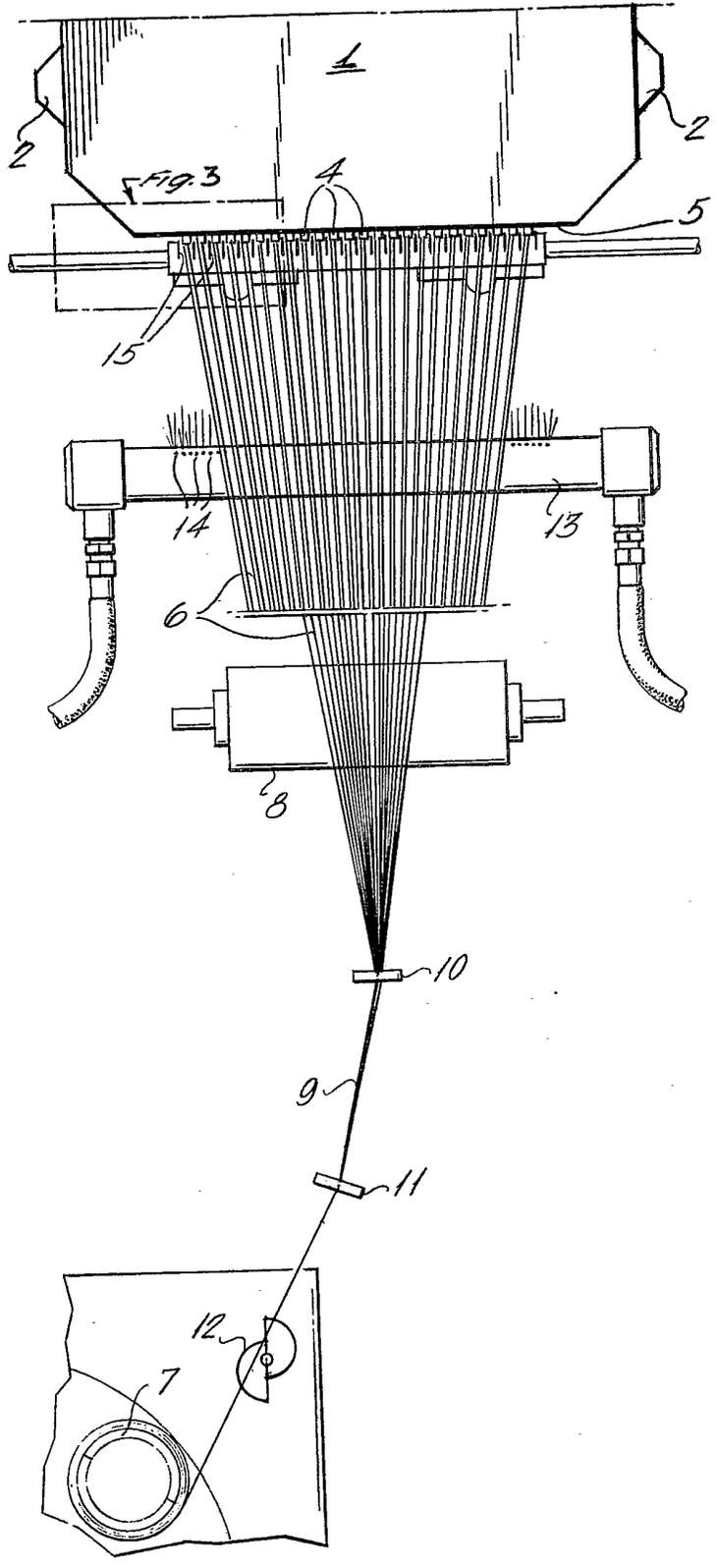
25 29. Dispositif selon l'une des revendications 17 à 28, caractérisé en ce que l'épaisseur p de la paroi des alvéoles varie de 0,2 à 2 mm et de préférence de 0,4 à 1 mm.

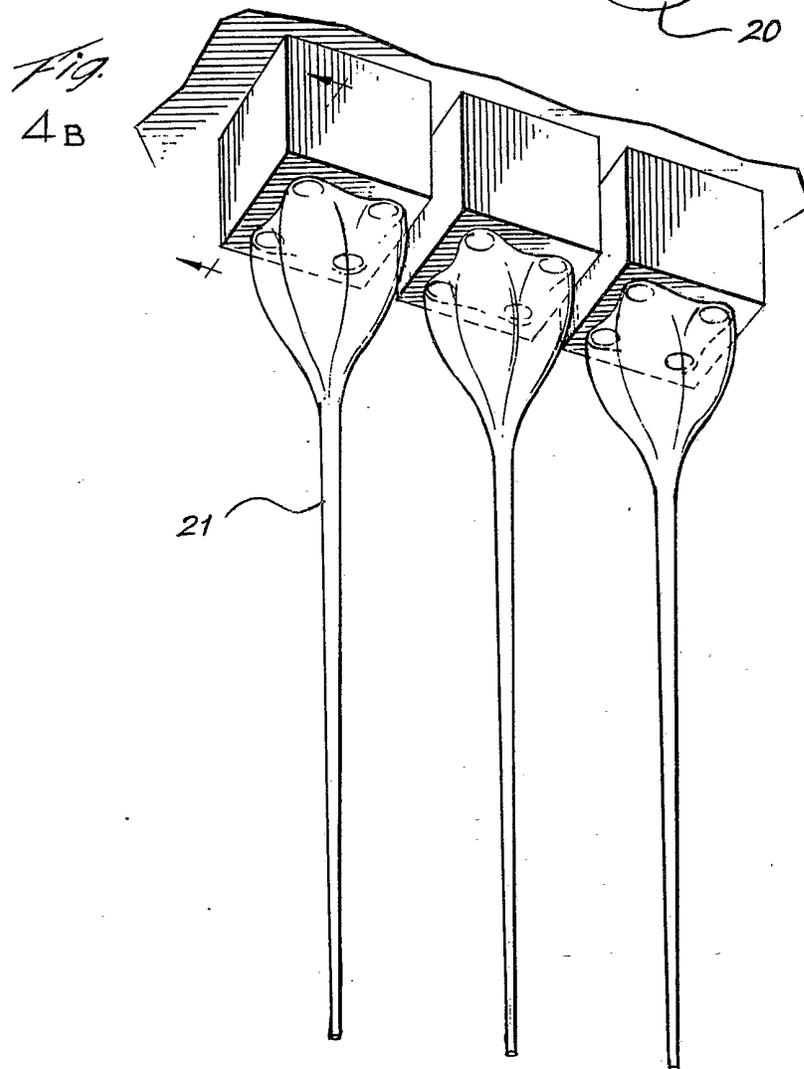
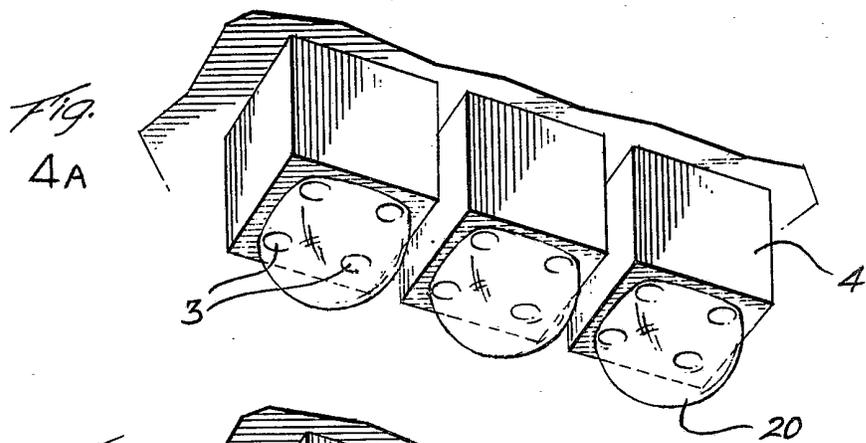
30 30. Dispositif selon l'une des revendications 17 à 29, caractérisé en ce que la distance bord à bord séparant deux orifices adjacents est inférieure à 1 mm et de préférence comprise entre 0,2 et 0,5 mm.

35 31. Dispositif selon la revendication 17, caractérisé en ce que les dimensions des alvéoles sont telles que, par échange thermique avec l'extérieur, la chute de température subie par le verre entre le plan d'entrée P_E de chaque alvéole et le plan de fibrage P_F est d'au moins 20 °C.

32. Dispositif selon l'une des revendications 17 à 31, comprenant une filière munie de n alvéoles, chaque alvéole étant perforée de x orifices, caractérisé en ce que le fil de verre fabriqué à partir de ladite filière est constitué de n ou de nx filaments élémentaires.

Fig. 1





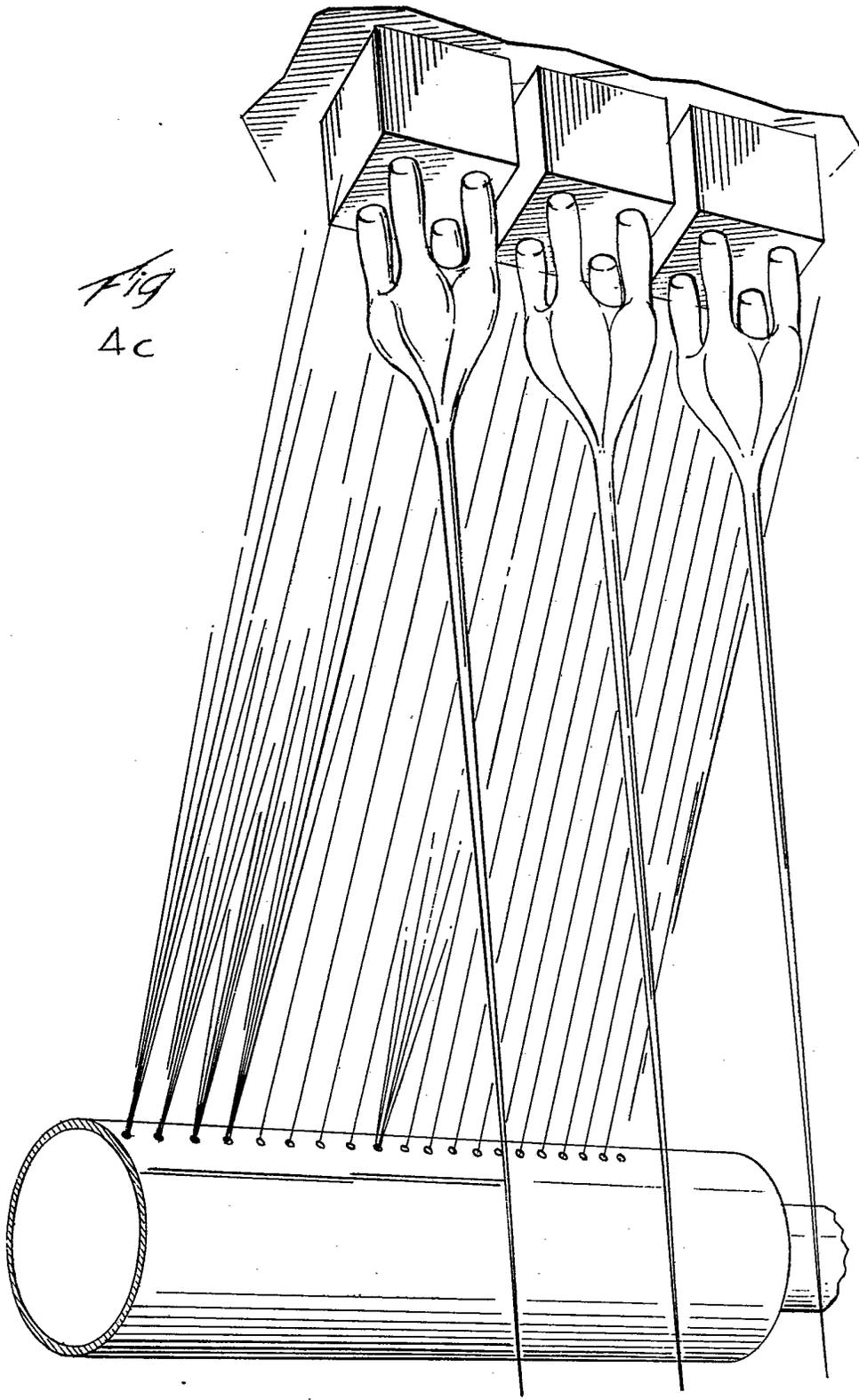


Fig
4c

Fig.
4D

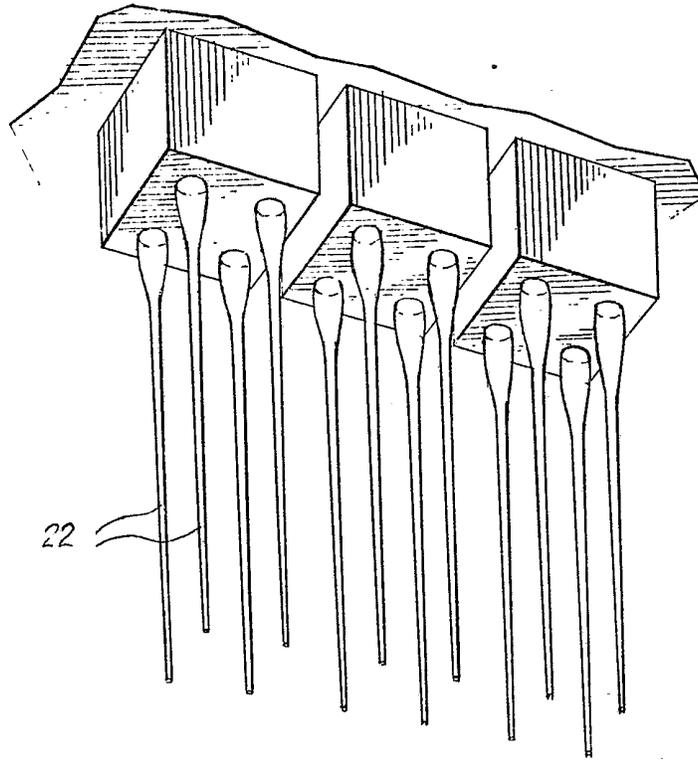


Fig. 9

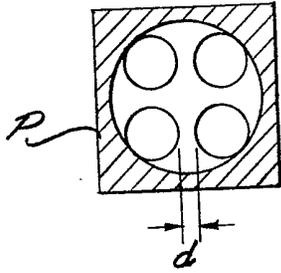


Fig. 10

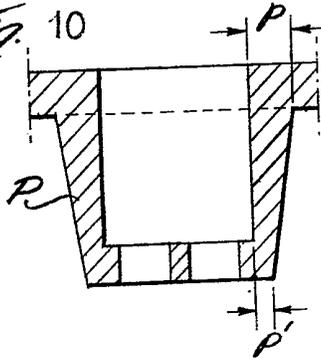


Fig. 11

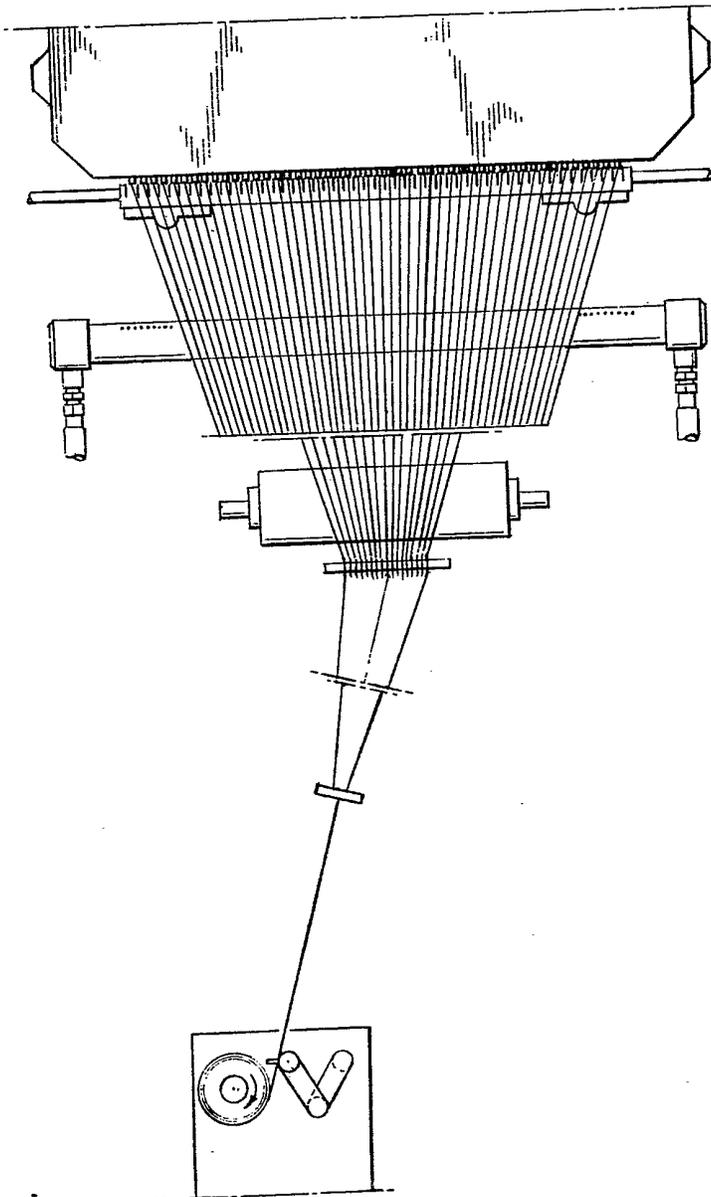


Fig. 12

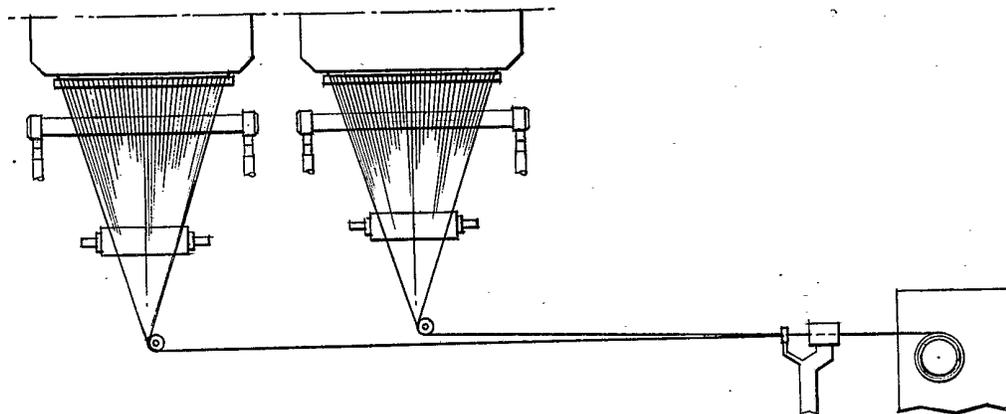


Fig. 13

