

ROYAUME DE BELGIQUE

NUMERO DE PUBLICATION : 1017036A6

SPF ECONOMIE, P.M.E.,
CLASSES MOYENNES & ENERGIE

NUMERO DE DEPOT : 2006/0140

Classif. Internat. : B29C B29D

Date de délivrance le : 04 Décembre 2007

Office de la Propriété intellectuelle

Le Ministre de l'Economie,

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

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

Vu le procès verbal dressé le 03 Mars 2006 à 17H40 à l'Office de la Propriété Intellectuelle

ARRETE :ARTICLE 1.- Il est délivré à : SOLVAY (Société Anonyme)
rue du Prince Albert 33, B-1050 BRUXELLES(BELGIQUE)

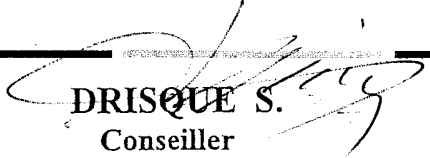
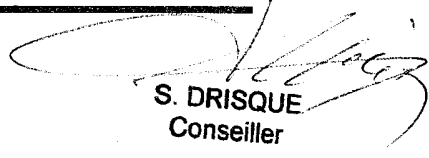
représenté(e)(s) par : Vande Gucht Anne, Solvay (S.A.), rue de Ransbeek 310, B-1120 Bruxelles

un brevet d'invention d'une durée de 6 ans, sous réserve du paiement des taxes annuelles, pour : PROCEDE POUR LA FABRICATION D'UNE STRUCTURE ALVEOLAIRE A BASE DE POLY(ARYL ETHER SULFONE) ET DISPOSITIF POUR LA MISE EN OEUVRE DE CE PROCEDE.

INVENTEUR(S) : Dehennau Claude, Chemin des Postes 236, B-1410 Waterloo (BE); Grandjean Dominique, Avenue de la Sarriette 69, B-1020 Bruxelles (BE); Henrard Paul, Rue Lieutenant Cotelie 66, B-5070 Le Roux (BE)

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

Pour expédition certifiée conforme

Bruxelles, le 04 Décembre 2007
PAR DELEGATION SPECIALE :
DRISQUE S.
Conseiller
S. DRISQUE
Conseiller

Procédé pour la fabrication d'une structure alvéolaire à base de poly(aryl éther sulfone) et dispositif pour la mise en œuvre de ce procédé

La présente invention concerne un procédé pour la fabrication d'une structure alvéolaire à base de matière plastique, en particulier de poly(aryl éther sulfone). Elle concerne aussi un dispositif pour la mise en œuvre de ce procédé.

Un besoin rencontré dans de nombreuses industries (aéronautique, automobile, constructions civiles, navales...) consiste à optimiser le rapport propriétés mécaniques/poids des structures utilisées. De nombreux procédés ont été mis au point pour réaliser cet objectif et en particulier, pour alléger les structures en matière plastique. La plupart de ces procédés utilisent soit la formation mécanique d'alvéoles macroscopiques (par assemblage de flux solides ou fondus pour former des structures alvéolaires dites « en nid d'abeille »), soit la formation physique d'alvéoles microscopiques par libération ou expansion de gaz (expansion ou moussage à l'aide d'agents d'expansion physiques ou chimiques). Une combinaison des deux types de procédés a également été envisagée.

Le document DE-A-1 779 330 décrit un procédé et une tête d'injection pour la fabrication en continu de produits alvéolaires en matières moulables, par extrusion verticale de tronçons à travers plusieurs buses distinctes fixes disposées côte à côte et aboutissant dans une chambre de soufflage. Les tronçons sont déviés transversalement par rapport à la direction d'extrusion par l'action de moyens de pression qui peuvent être notamment une vapeur, un liquide ou un gaz, en particulier de l'air comprimé chaud, et sont soudés entre eux. L'utilisation d'un fluide chaud est nécessaire pour éviter de refroidir la filière et se faisant, de figer la matière et de bloquer la filière.

Ce procédé est spécifique à des structures de petite taille (filet avec des petites mailles) et ne convient pas à la fabrication de structures alvéolaires dites « en nid d'abeille » de grande taille. En effet, ces structures s'affaîsseraient sous l'effet de leur propre poids. En outre, même pour des structures (filets) de petite taille, ce procédé mène à une déformation des mailles (cellules) suite à la poussée hydrostatique de la matière fondue en amont de la chambre de soufflage.

Un procédé pour la fabrication de structures alvéolaires de grande taille par extrusion continue a été proposé dans le document EP-B-1009625, dont le contenu est incorporé par référence dans la présente description. Ce procédé

consiste à :

- extruder en continu, à l'aide d'une filière à plusieurs fentes, des feuilles parallèles de matière thermofusible à l'intérieur d'une chambre de refroidissement, avec réalisation d'une étanchéité entre les bords
5 longitudinaux des feuilles et les parois de la chambre, les différentes feuilles délimitant entre elles et avec les parois de la chambre des compartiments,
- réaliser, dans cette chambre et à partir de l'extrémité située du côté de la filière, une dépression dans un compartiment sur deux, afin de déformer et d'attirer deux à deux les feuilles extrudées pour réaliser un soudage localisé
10 sur toute leur hauteur,
- remplir, à partir de l'extrémité située du côté de la filière, un compartiment sur deux, alternés avec les compartiments précédents, à l'aide d'un fluide de refroidissement qui est de l'eau, et
- alterner, dans chaque compartiment, la mise en dépression et le remplissage à
15 l'aide d'un fluide de refroidissement, pour obtenir une structure alvéolaire solidifiée dans la chambre de refroidissement dans laquelle les alvéoles sont perpendiculaires à la direction d'extrusion.

Selon ce procédé, les structures alvéolaires obtenues sont solides à la sortie de la chambre de refroidissement. En effet, l'utilisation d'eau dans la chambre
20 de refroidissement étanche a pour conséquence que ce fluide reste dans l'alvéole qu'il a, en un temps très court, gonflée, soudée à l'alvéole voisine et figée. Dès lors, un figeage rapide est indispensable à la faisabilité du procédé car, dans le cas contraire, la structure alvéolaire adhérerait aux parois de la chambre de refroidissement qui est longue (tubulaire) et implique donc des pertes de charge
25 élevées.

Par ailleurs, la géométrie de la filière utilisée ainsi que les modalités de ce procédé (et notamment, l'utilisation d'eau comme fluide de refroidissement) sont telles que seules des résines très fluides, c'est-à-dire des résines pour injection et donc non thermoformables, peuvent être utilisées (ayant typiquement un indice
30 de fluidité (MFI) de plus de 10 dg/min). En outre, d'une part, la température de la matière à l'entrée de la filière doit être très élevée afin de réduire au maximum la viscosité de la résine pour augmenter la vitesse de soudure et, d'autre part, les résines à haute température de transition vitreuse ou à haute température de fusion ne peuvent être soudées par la technique car refroidies trop rapidement
35 avant qu'une soudure n'ait pu être réalisée. Or, certaines résines, telles que le poly(chlorure de vinyle) (PVC) par exemple, présentent une faible stabilité

thermique et ne peuvent donc être chauffées à la température souhaitée. En outre, certaines compositions sont et restent généralement relativement visqueuses, même à haute température. Dès lors, la soudure intermittente des feuilles adjacentes ne se réalise pas correctement. De plus, la matière visqueuse se figeant rapidement au contact de l'eau présente dans la chambre de refroidissement, les feuilles ne sont que peu étirées à la sortie de la filière et donc, la structure alvéolaire obtenue présente souvent une masse apparente (exprimée en kg par dm³ de structure) élevée. En effet, ce procédé est limité en termes d'épaisseurs des lamelles extrudées car si elles sont trop fines, elles se solidifient avant d'être soudées.

La présente invention vise à résoudre ces problèmes et permet notamment d'obtenir des structures alvéolaires à base de matière plastique qui sont légères et présentent des soudures de bonne qualité et ce sur une large gamme de viscosités et de températures. Elle est basée sur la constatation surprenante que des structures alvéolaires « en nid d'abeille » peuvent être extrudées en continu et de manière horizontale sans utiliser de fluide de refroidissement et en particulier, sans utiliser d'eau. En effet, à condition que la filière soit au moins en surface thermiquement isolée et soit suffisamment courte pour que la matière plastique soit encore à l'état fondu ou pâteux à sa sortie, on peut utiliser un gaz à une température inférieure à la température de mise en oeuvre de la matière plastique pour réaliser les alvéoles, et ce sans provoquer le collage de la structure à la sortie de la filière. Le procédé devient ainsi plus économique que le procédé à l'eau grâce au fait que, d'une part, les efforts liés à la formulation et le coût associé à certains additifs peuvent être évités et que, d'autre part, la filière peut être simplifiée car elle ne doit plus accepter de l'eau sous pression en son sein.

La présente invention concerne dès lors, à titre principal, un procédé pour la fabrication d'une structure alvéolaire à base de matière plastique, selon lequel :

- on extrude en continu, dans une direction sensiblement horizontale, à travers une filière comprenant une face avant munie d'une pluralité de fentes parallèles et d'un matériau isolant au moins en surface, des lamelles parallèles d'une composition à base d'au moins une matière plastique ;
- dès la sortie de la filière, on soumet, en alternances successives et entre deux calibreurs dont la longueur est suffisamment faible pour que la composition de matière plastique reste fondue, les espaces compris entre deux lamelles adjacentes à une injection de gaz comprimé et à une dépression, les deux côtés d'une même lamelle étant, pour l'un, soumis à l'action du gaz comprimé

et, pour l'autre, à l'action de la dépression, et inversement lors de l'alternance suivante, afin de réaliser la déformation des lamelles et leur soudure deux à deux avec formation, dans un plan sensiblement parallèle à la direction d'extrusion, d'une structure alvéolaire dont les alvéoles constitutives
5 s'étendent perpendiculairement à la direction d'extrusion.

Dans la présente description, on entend définir par le terme « matière plastique », tout polymère thermoplastique, y compris les élastomères thermoplastiques, ainsi que leurs mélanges. On désigne par le terme "polymère" aussi bien les homopolymères que les copolymères (binaires ou ternaires
10 notamment). Des exemples de tels copolymères sont, de manière non limitative : les copolymères à distribution aléatoire, les copolymères séquencés, les copolymères à blocs et les copolymères greffés.

Tout type de polymère ou de copolymère thermoplastique dont la température de fusion, si le (co)polymère est semi-cristallin, ou la température de transition vitreuse, si le (co)polymère est amorphe, est inférieure à la température de décomposition convient. Parmi les matières thermoplastiques de synthèse qui conviennent particulièrement bien, on peut citer les matières thermoplastiques semi-cristallines qui présentent une plage de fusion étalée sur au moins 10° C.
15 Comme exemple de telles matières, on trouve celles qui présentent une polydispersion de leur masse moléculaire.

On peut notamment utiliser des polyoléfines, des polyhalogénures de vinyle (PVC par exemple) ou de vinylidène (PVDF par exemple), des polyesters thermoplastiques, des poly(aryl éther sulfone)s comme les polyphénylsulfones (PPSU), des polycétones, des polyamides (PA) et leurs copolymères. Les
25 polyoléfines [et en particulier le polypropylène (PP) et le polyéthylène (PE)], les poly(aryl éther sulfone)s comme les polyphénylsulfones (PPSU), les PA, les PVC et les PVDF ont donné de bons résultats.

Selon un mode particulier de réalisation de l'invention, la matière plastique est une poly(aryl éther sulfone).

30 La poly(aryl éther sulfone)

Aux fins de la présente invention, une poly(aryl éther sulfone) désigne n'importe quel polymère dont au moins 5 % en poids des unités récurrentes sont des unités récurrentes (R) répondant à une ou plusieurs formules comprenant au moins un groupement arylène, au moins un groupement éther (-O-) et au moins
35 un groupement sulfone [-S(=O)₂ -].

La poly(aryl éther sulfone) est généralement susceptible d'être synthétisée par une réaction de polycondensation. De préférence, elle est effectivement synthétisée de la sorte ; on fait alors avantageusement réagir au moins une dihalodiphénylsulfone avec au moins un diol.

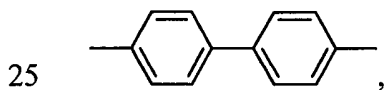
- 5 La poly(aryl éther sulfone) est habituellement amorphe, et elle présente une température de transition vitreuse. La poly(aryl éther sulfone) a une température de transition vitreuse de préférence supérieure ou égale à 150°C, et de manière particulièrement préférée supérieure ou égale à 175°C.

- 10 La poly(aryl éther sulfone) comprend de préférence plus de 25 % en poids d'unités récurrentes (R). De manière particulièrement préférée, elle en contient plus de 50 % en poids. De manière tout particulièrement préférée, elle en contient plus de 90 % en poids. De la manière la plus préférée, la poly(aryl éther sulfone) est un homopolymère, c.-à-d. qu'elle contient pour seules unités récurrentes les unités récurrentes (R).

- 15 La poly(aryl éther sulfone) peut être notamment une poly(biphényl éther sulfone), une polysulfone, une polyéthersulfone, une polyimidoéthersulfone ou encore un mélange composé de poly(aryl éther sulfone)s choisies parmi les poly(aryl éther sulfone)s précitées.

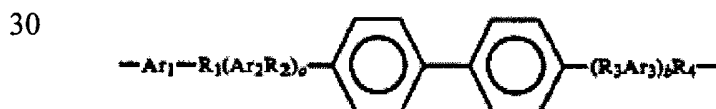
La poly(biphényl éther sulfone)

- 20 Aux fins de la présente invention, une poly(biphényl éther sulfone) désigne n'importe quel polymère dont plus de 50 % en poids des unités récurrentes sont des unités récurrentes (R1) répondant à une ou plusieurs formules contenant au moins un groupement p-biphénylène



au moins un groupement éther (-O-) et au moins un groupement sulfone [-S(=O)₂-].

De préférence, les unités récurrentes (R1) de la poly(biphényl éther sulfone) répondent à une ou plusieurs formules de type générique :

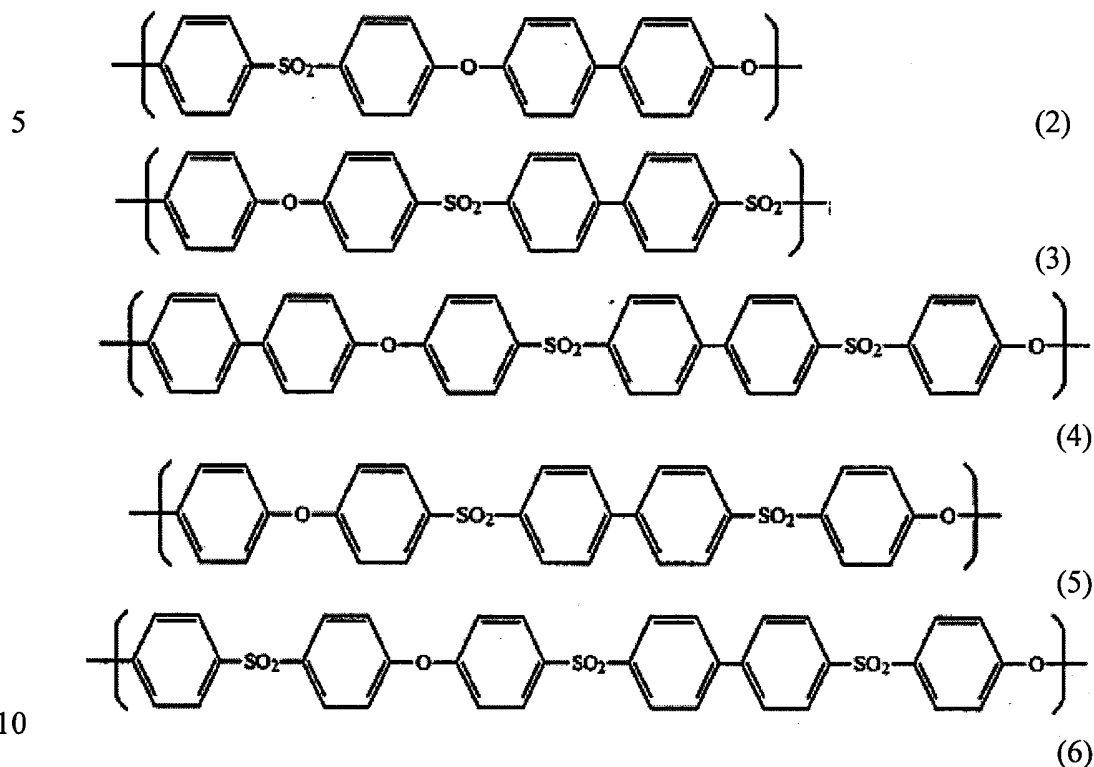


(1)

- où R₁ à R₄ sont choisis parmi -O-, -SO₂-, -S- et -CO-, à condition qu'au moins un des R₁ à R₄ est -SO₂- et qu'au moins un des R₁ à R₄ est -O- ; Ar₁, Ar₂ et Ar₃ sont des groupements arylènes contenant de 6 à 24 atomes de carbone, et sont de
- 35

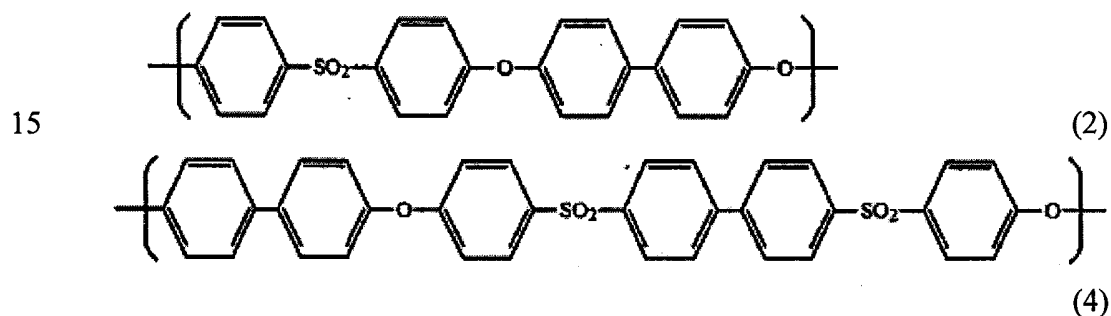
préférence des groupements phénylène ou p-biphénylène ; a = 0 ou 1 ; et b = 0 ou 1.

De manière particulièrement préférée, les unités récurrentes (R1) sont choisies parmi



et leurs mélanges.

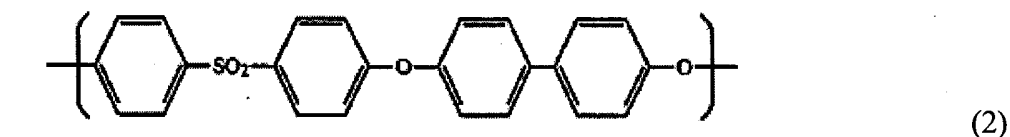
De manière tout particulièrement préférée, les unités récurrentes (R1) sont choisies parmi



et leurs mélanges.

De la manière la plus préférée, les unités récurrentes (R1) répondent à la

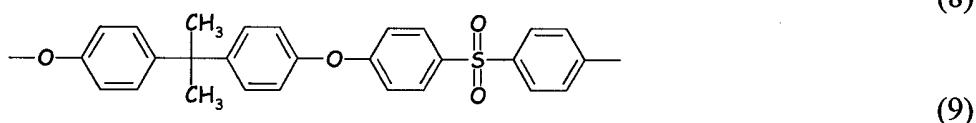
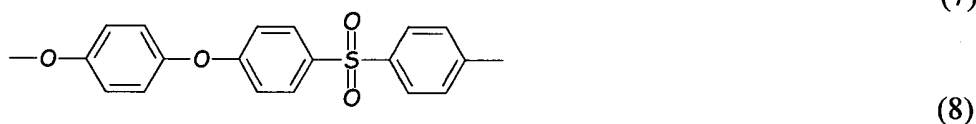
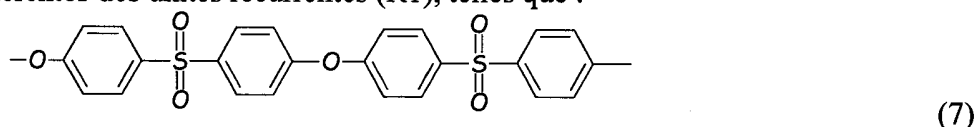
20



Aux fins de la présente invention, une polyphénylsulfone (PPSU) désigne n'importe quel polymère dont plus de 50 % en poids des unités récurrentes sont des unités récurrentes (R1) répondant à la formule (2).

La poly(biphényl éther sulfone) peut notamment être un homopolymère, un
5 copolymère statistique ou un copolymère à blocs.

Quand la poly(biphényl éther sulfone) est un copolymère, ses unités récurrentes peuvent notamment être composées (i) d'unités récurrentes (R1) répondant à au moins deux formules choisies parmi les formules (2) à (6), ou (ii) d'une part d'unités récurrentes (R1) répondant à une ou plusieurs formules
10 choisies parmi les formules (2) à (6) et d'autre part d'unités récurrentes (R1*), différentes des unités récurrentes (R1), telles que :



15 et leurs mélanges.

De manière préférée plus de 90 % en poids, et de manière particulièrement préférée plus de 95 % en poids des unités récurrentes de la poly(biphényl éther sulfone) sont des unités récurrentes (R1). De manière tout particulièrement préférée, toutes les unités récurrentes de la poly(biphényl éther sulfone) sont des
20 unités récurrentes (R1).

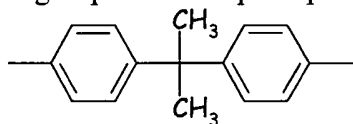
D'excellent résultats ont été obtenus lorsque la poly(biphényl éther sulfone) était une PPSU homopolymère, c.-à-d. un polymère dont toutes les unités récurrentes répondent à la formule (2). Les polyphénylsulfones RADEL® R de SOLVAY ADVANCED POLYMERS, L.L.C. sont des exemples de PPSU
25 homopolymères.

La poly(biphényl éther sulfone) peut être synthétisée par quelque méthode que ce soit. Des méthodes bien connues de l'homme du métier sont décrites dans les brevets U.S. 3,634,355; 4,008,203; 4,108,837 et 4,175,175, dont le contenu tout entier est ici incorporé par référence.

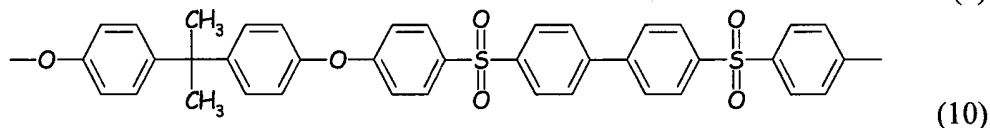
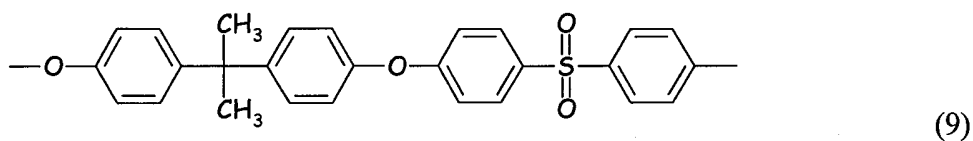
30 La polysulfone

Aux fins de la présente invention, une polysulfone désigne n'importe quel polymère dont plus de 50 % en poids des unités récurrentes sont des unités

récurrentes (R2) répondant à une ou plusieurs formules contenant au moins un groupement éther (–O–), au moins un groupement sulfone (–SO₂–) et au moins un groupement tel que représenté ci-après :

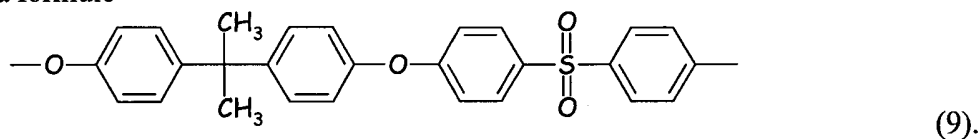


5 De manière préférée, les unités récurrentes (R2) sont choisies parmi



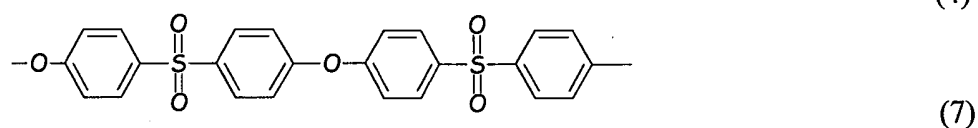
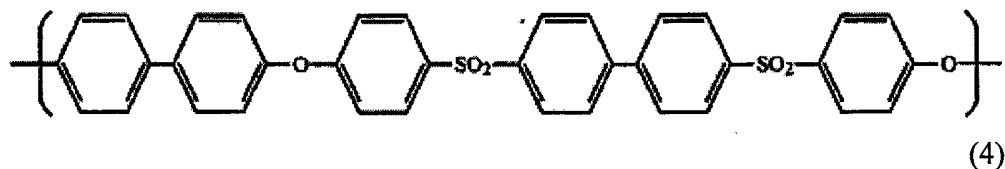
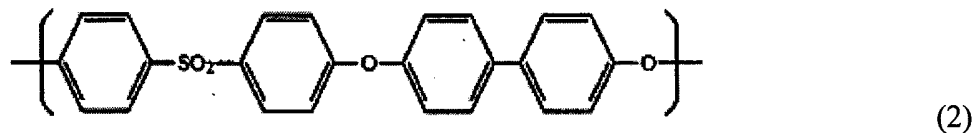
et leurs mélanges.

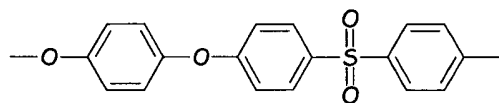
De manière particulièrement préférée, les unités récurrentes (R2) répondent à la formule



La polysulfone peut être notamment un homopolymère, un copolymère statistique ou un copolymère à blocs. Lorsque la polysulfone est un copolymère, ses unités récurrentes peuvent notamment être composées (i) d'unités

15 récurrentes (R2) répondant aux formules (9) et (10), ou (ii) d'une part d'unités récurrentes (R2) répondant à au moins l'une des formules (9) et (10), et d'autre part d'unités récurrentes (R2*), différentes des unités récurrentes (R2), telles que :



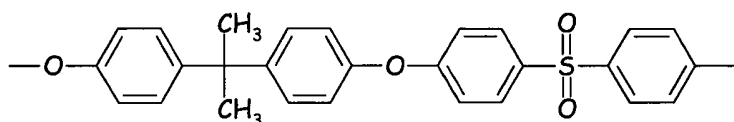


(8)

et leurs mélanges.

- De manière préférée plus de 90 % en poids, et de manière particulièrement préférée plus de 95 % en poids des unités récurrentes de la polysulfone sont des unités récurrentes (R2). De manière tout particulièrement préférée, toutes les unités récurrentes de la polysulfone sont des unités récurrentes (R2).

La polysulfone la plus préférée est un homopolymère dont les unités récurrentes (R2) répondent à la formule

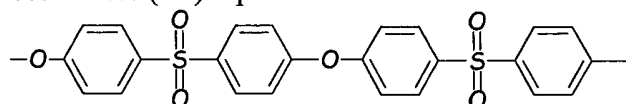


(9).

- Une telle polysulfone homopolymère est commercialisée par SOLVAY ADVANCED POLYMERS, L.L.C. sous la marque UDEL®.

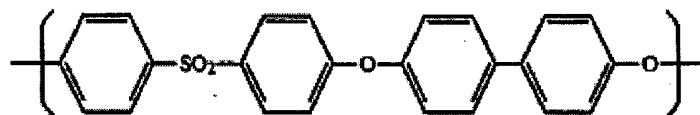
La polyéthersulfone

Aux fins de la présente invention, une polyéthersulfone désigne n'importe quel polymère dont plus de 50 % en poids des unités récurrentes sont des unités récurrentes (R3) répondant à la formule

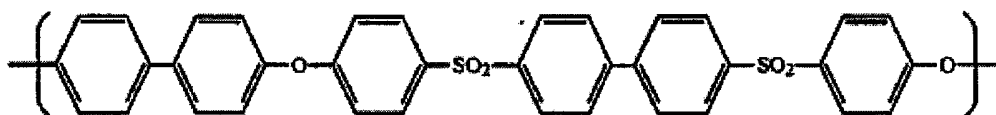


(7)

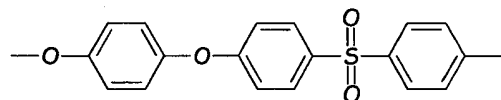
La polyéthersulfone peut être notamment un homopolymère, un copolymère statistique ou un copolymère à blocs. Lorsque la polyéthersulfone est un copolymère, ses unités récurrentes sont avantageusement un mélange d'unités récurrentes (R3) répondant à la formule (7) et d'unités récurrentes (R3*), différentes des unités récurrentes (R3), telles que :



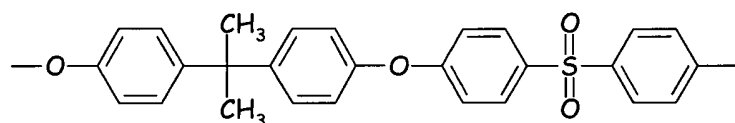
(2)



(4)



(8)



(9)

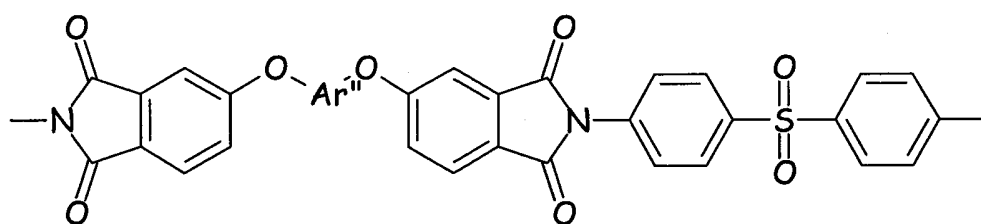
et leurs mélanges.

De manière préférée, la polyéthersulfone est un homopolymère, ou elle est un copolymère dont les unités récurrentes sont un mélange composé d'unités récurrentes (R3) répondant à la formule (7) et d'unités récurrentes (R3*) répondant à la formule (8), ou encore elle est un mélange de l'homopolymère et du copolymère précités.

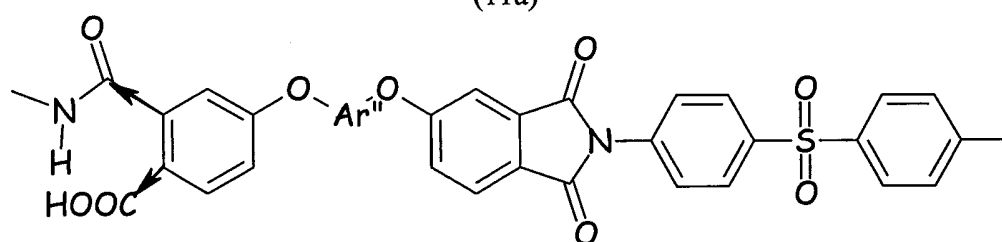
SOLVAY ADVANCED POLYMERS, L.L.C. commercialise différentes polyéthersulfones sous la dénomination RADEL[®] A.

10 La polyimidoéthersulfone

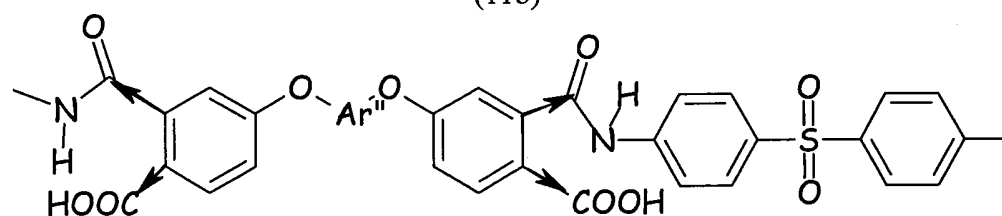
Aux fins de la présente invention, une polyimidoéthersulfone désigne n'importe quel polymère dont au moins 5 % des unités récurrentes sont des unités récurrentes (R4) répondant aux formules (11a), (11b) et/ou (11c), telles que représentées ci-après :



(11a)



(11b)

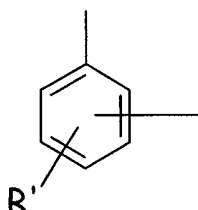


(11c)

où :

- (11b) et (11c) sont les formes acide amique correspondant à la forme imide (11a) ;

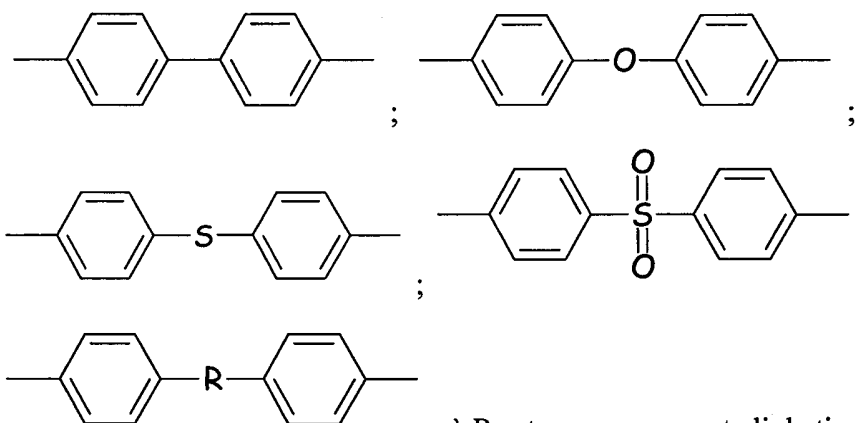
- la flèche → dénote un isomérisme, de sorte que, dans toute unité récurrente, les groupements vers lesquels les flèches pointent peuvent exister tels que représentés ou dans une position interchangée
- Ar'' est choisi parmi les structures suivantes:



5

avec les liens en position ortho, méta ou para et où R'

représente un atome d'hydrogène ou un radical alkyle en C₁-C₆;



où R est un groupement aliphatique

- 10 divalent ayant jusqu'à 6 atomes de carbone comme un groupement méthylène, éthylène ou isopropylène ;

et leurs mélanges.

- De manière préférée, plus de 50 % en poids des unités récurrentes de la polyimidoéthersulfone sont des unités récurrentes (R4). De manière
15 particulièrement préférée, toutes les unités récurrentes de la polyimidoéthersulfone sont des unités récurrentes (R4).

- Le procédé selon la présente invention s'applique avantageusement à des compositions à base d'au moins une matière plastique (dénommées ci-après plus simplement « compositions ») dont le (les) polymère(s) constitutif(s) a (ont) une
20 viscosité en fondu (mesurée à la température de mise en oeuvre et sous 0.1 rad/s) supérieure ou égale à 2500 Pa.s, de préférence à 3000 Pa.s, voire à 4000 Pa.s. Il s'applique avantageusement aussi à des compositions dont le (les) polymère(s) constitutif(s), s'il est/sont amorphe(s) a (ont) une température de transition vitreuse (T_g) supérieure ou égale à 0°C, de préférence à 40°C et en particulier,
25 supérieure ou égale à 80°C et s'il est/sont semi cristallin(s), a/ont une

température de fusion supérieure ou égale à 50°C, de préférence 100°C et en particulier supérieure ou égale à 180°C. La composition utilisée dans le procédé selon l'invention peut être constituée d'un polymère, d'un mélange de polymères ou de copolymères ou d'un mélange de matière(s) polymérique(s) avec des
5 additifs divers (stabilisants ; plastifiants ; charges inorganiques, organiques et/ou naturelles ou polymériques...). Cette composition peut avoir subi des traitements divers tels que expansion, orientation...

Le procédé selon l'invention donne de bons résultats avec des compositions de matières plastiques comprenant un agent d'expansion
10 permettant de réaliser des structures alvéolaires expansées ou moussées. En effet, le fait d'utiliser un gaz comprimé au lieu d'eau comme fluide permet l'emploi de résines visqueuses, et de par le moindre refroidissement, permet d'améliorer l'étirage des cellules de la mousse et ce faisant, d'améliorer sa texture.

15 L'agent d'expansion selon cette variante de la présente invention peut être de tout type connu. Il peut s'agir d'un agent d'expansion dit « physique », c'est-à-dire d'un gaz dissous dans la matière plastique sous pression et qui provoque son expansion lors de la détente à la sortie de l'extrudeuse. Des exemples de tels gaz sont le CO₂, l'azote, la vapeur d'eau, les hydrofluorocarbures ou HFC (tel
20 que le mélange à 87/13 % en poids de CF₃-CH₂F/CHF₂-CH₃ commercialisé par SOLVAY sous le SOLKANE[®] XG87), les hydrocarbures (tels que le butane et le pentane) ou un mélange de ceux-ci. Il peut également s'agir d'un agent d'expansion dit « chimique », c'est-à-dire d'une substance (ou un mélange de substances) dissoute ou dispersée dans la matière plastique et qui, sous l'effet de
25 la température, libère le ou les gaz qui serviront à l'expansion de la matière plastique. Des exemples de telles substances sont l'azodicarbonamide et les mélanges de bicarbonate de sodium et d'acide citrique. Ces derniers donnent de bons résultats.

La quantité d'agent d'expansion utilisée dans le procédé selon cette
30 variante de l'invention doit être optimisée notamment en fonction de sa nature, des propriétés (viscosité notamment) de la composition et de la densité finale souhaitée. En général, cette teneur est supérieure ou égale à 0.1 %, de préférence à 0.5 %, voire à 1 %.

L'exécution du procédé selon l'invention implique que l'on extrude en
35 continu des lamelles parallèles de la composition, dans une direction sensiblement horizontale, à travers une filière comprenant une face avant munie

d'une pluralité de fentes parallèles et d'un matériau isolant au moins en surface. Pour ce faire, on utilise un dispositif d'extrusion qui constitue un autre aspect de l'invention, décrit en détails ci-après, et qui comprend essentiellement :

- (a) une filière plate, de préférence à ouverture élargie, qui amène la composition
5 fondue vers des couteaux permettant de former les lamelles de composition fondue devant être soudées. Cette filière est disposée de manière à ce que la composition fondue soit extrudée dans une direction sensiblement horizontale. On entend par « direction sensiblement horizontale » selon la présente description, une direction qui ne s'écarte pas de plus de 15° de
10 l'horizontale, de préférence pas de plus de 10° ; il est tout particulièrement préféré que l'axe longitudinal de la filière se situe dans un plan horizontal ;
- (b) une pluralité de couteaux qui permettent de former les lamelles de composition fondue devant être soudées. Ces couteaux, qui sont au moins
15 au nombre de deux et dont le nombre peut aller jusqu'à 10, voire 20 et même au-delà, peuvent être constitués de tous matériaux résistants à la température de mise en œuvre de la composition fondue. Ils peuvent être en matériau thermiquement conducteur tel que l'acier, le cuivre ou des alliages métalliques ou en matériau thermiquement isolant tels que des céramiques ou des résines polyimides éventuellement renforcées de fibres de verre, ou
20 toutes autres matières présentant une résistance mécanique et thermique satisfaisante. Puisque la face avant de la filière selon l'invention est en fait constituée de l'ensemble de couteaux susmentionné (qui peut être usiné dans un monobloc ou consister en un assemblage de lamelles), ceux-ci doivent nécessairement être soit entièrement en matériau thermiquement isolant, soit
25 avoir leur extrémité aval à base de ou noyée dans un matériau thermiquement isolant. Par « extrémité aval » des couteaux, on entend désigner leur face externe, c'est-à-dire celle faisant face aux calibreurs.

Selon une variante préférée de l'invention, les couteaux sont en un matériau thermiquement conducteur et ils sont prolongés à leur extrémité aval,
30 par des lèvres également en matériau thermiquement conducteur, destinées à être noyées dans un revêtement isolant et à venir affleurer à la face avant de la filière. Cette manière de procéder permet d'éviter que de la matière plastique fondue ne vienne s'immiscer entre le revêtement isolant et le couteau conducteur.

Un matériau thermiquement conducteur préféré pour la fabrication des
35 couteaux est l'alliage métallique constitué de 64 % de fer et de 36 % de nickel connu sous la dénomination commerciale INVAR. Un matériau thermiquement

isolant préféré pour la fabrication des couteaux est constitué par le groupe des résines polyimides renforcées de fibres de verre.

Ces couteaux sont généralement disposés dans des plans verticaux, parallèles et de préférence sensiblement équidistants. Ils définissent entre eux des canaux d'écoulement ayant, dans le sens d'écoulement de la composition fondue, une première partie convergente et, ensuite, une partie substantiellement rectiligne, cette dernière formant les parois latérales de chaque fente constitutive de la filière. La géométrie de cette partie rectiligne du canal d'écoulement est telle que le rapport entre sa longueur et son épaisseur moyenne est supérieure ou égale à 2, de préférence supérieure ou égale à 6, voire à 8. En pratique, l'épaisseur moyenne de la partie rectiligne du canal d'écoulement est comprise entre 0,1 et 1 mm, de préférence entre 0,3 et 0,8 mm.

Dans le cas où les couteaux sont en un matériau thermiquement conducteur et portent et/ou sont noyés dans revêtement isolant à leur extrémité aval (face avant de la filière), l'épaisseur dudit revêtement est généralement au moins égale à environ 0.5 mm, de préférence au moins égale à environ 1 mm, de manière particulièrement préférée au moins égale à environ 2 mm. Ce revêtement est généralement appliqué sur les couteaux une fois ceux-ci assemblés.

La présence d'un matériau isolant en surface de la face avant de la filière, à travers laquelle sont extrudées les lamelles parallèles de la composition fondue (par les fentes délimitées par les couteaux), est essentielle à la mise en œuvre correcte du procédé selon l'invention. Sans cette présence en effet, la face avant de la filière serait refroidie par le gaz utilisé pour former les alvéoles entraînant de ce fait une rigidification de la composition qui s'accompagne d'un figeage prématuré de la matière fondue à la sortie des fentes de la filière, rendant impossible la formation ultérieure de la structure alvéolaire.

Le dispositif d'extrusion selon l'invention comprend aussi :

- (c) deux calibreurs courts (on entend par là dont la longueur est adaptée pour que la composition de matière plastique soit toujours à l'état fondu ou pâteux (selon qu'il s'agisse d'une matière plastique semi cristalline ou amorphe respectivement). En effet, au cas où celle-ci se figerait, on assisterait au collage de la structure sur les calibreurs. De préférence, le rapport de la longueur de ces calibreurs, mesurée parallèlement à la direction de l'écoulement de la composition fondue, sur la hauteur du canal d'écoulement (c.à.d la hauteur des fentes de la filière, qui correspond à la hauteur des alvéoles formant le nid d'abeilles) est de préférence au plus égal

à 3, de préférence à 2, voire à 1 ; pour des raisons pratiques, ce rapport n'est généralement pas inférieur à 0.5.

Ces calibreurs se présentent généralement sous la forme de blocs métalliques qui sont disposés sur la face avant de la filière comprenant les fentes.

5 Ces calibreurs sont disposés de part et d'autre des fentes de la filière, l'un au-dessus de celles-ci et l'autre, en dessous. Ils sont généralement déplaçables verticalement et en sens opposés pour délimiter la hauteur des lamelles extrudées et par là, la hauteur de la structure alvéolaire finale du nid d'abeille. Ces calibreurs courts ne sont généralement pas refroidis mais leur température peut

10 être réglée à une valeur prédéterminée, par exemple par circulation d'huile. De plus, de la manière dont ces calibreurs sont disposés, ils assurent tout au plus une étanchéité partielle avec les surfaces supérieure et inférieure de la structure alvéolaire finale. Par étanchéité partielle on entend un jeu tel que l'air sous pression utilisé pour former une cellule puisse partiellement s'échapper entre la

15 structure alvéolaire produite et les 2 parois longitudinales du calibreur.

Dans chacun de ces calibreurs sont creusées deux chambres dont partent des conduits tubulaires qui se terminent par des orifices de section quelconque mais de préférence circulaire débouchant à proximité des espaces compris entre les fentes de la filière et donc, lors de l'exécution du procédé selon l'invention, à

20 proximité des espaces compris entre les lamelles extrudées. En général, les orifices des conduits tubulaires sont à une distance de la face avant de la filière généralement au moins égale à environ 0.5 mm, voire à 1 mm, mais de préférence au plus égale à environ 4 mm, de manière particulièrement préférée au plus égale à environ 3 mm.

25 Chaque chambre de chacun de ces calibreurs est alternativement reliée à une pompe à vide ou à un circuit de gaz comprimé. On soumet ainsi, en alternances successives, les espaces compris entre deux lamelles extrudées adjacentes à une injection de gaz comprimé et à une dépression, les deux côtés d'une même lamelle étant, pour l'un, soumis à l'action du gaz comprimé et, pour

30 l'autre, à l'action de la dépression, et inversement lors de l'alternance suivante, afin de réaliser la déformation des lamelles et leur soudure deux à deux avec formation, dans un plan sensiblement parallèle à la direction d'extrusion, d'une structure alvéolaire dont les alvéoles constitutives s'étendent perpendiculairement à la direction d'extrusion.

35 Chaque calibreur est de préférence réglé à une température supérieure ou égale à $T_{struct} - 150^\circ$, de préférence à $T_{struct} - 75^\circ C$, voire à T_{struct}

moins 25°C, où Tstruct est une température structurelle qui correspond à la température de transition vitreuse (Tg) si la composition comprend un polymère amorphe et à la température de fusion si la composition comprend un polymère semi cristallin. La température des calibreurs est de préférence supérieure à la

5 température de condensation de l'eau atmosphérique rencontrée lors de la mise en oeuvre

Enfin, afin de limiter au maximum le frottement de la matière plastique fondue à la surface des calibreurs, cette dernière est avantageusement munie d'un revêtement favorisant le glissement (par exemple, à base de PTFE ou de

10 silicone).

Le gaz comprimé utilisé dans le procédé selon l'invention peut être de l'air, un gaz inerte ou un mélange de gaz inertes, non susceptibles d'altérer la stabilité thermique de la composition. Il s'agit de préférence d'air. Ce gaz peut être chauffé. Dans ce cas, la température du gaz est de préférence supérieure ou

15 égale à la température de mise en oeuvre (Tme) de la matière plastique moins 100°C, de préférence à Tme moins 50°C, voire à Tme moins 20°C. Cette température est dans tous les cas inférieure à Tme.

La soudure des lamelles est le plus souvent réalisée dès que celles-ci sortent des fentes de la filière, c.à.d. le plus tôt possible dans les calibreurs.

20 A la sortie du calibreur, la structure alvéolaire est de préférence refroidie par tout moyen connu, généralement à l'aide d'un fluide de refroidissement. Ainsi, la structure peut être simplement refroidie par l'air ambiant, par soufflage d'un jet d'air froid, par nébulisation d'un brouillard d'eau... Un jet d'air froid donne de bons résultats. Cette opération permet de rigidifier la structure

25 alvéolaire sans la figer, par une légère diminution de la température. Pour ce faire, le dispositif d'extrusion selon l'invention comprend aussi de préférence :

(d) des moyens de soufflage d'air froid (on entend par là en réalité de l'air à une température voisine de l'ambiante, c'est-à-dire typiquement entre 10 et 30°C, voire entre 15 et 25°C ; cet air est « froid » par comparaison à la

30 matière plastique fondue qu'il doit figer ; il n'est de préférence pas trop froid pour ne pas provoquer de problèmes de condensation), généralement disposés directement à la sortie du calibreur et conçus par exemple de manière à envoyer des lames ou jets d'air sur les faces supérieure et inférieure de la structure alvéolaire obtenue, sous un angle généralement

35 inférieur à 90°, de préférence inférieur à 60°, tout particulièrement inférieur à 45°.

Une fois la structure formée, avant ou après son figeage, il peut s'avérer intéressant d'en homogénéiser l'épaisseur (c.à.d. de rendre constante la hauteur des cellules) à l'aide de tout dispositif approprié tel que des cylindres part exemple.

- 5 La structure alvéolaire obtenue est ensuite avantageusement reprise par un train de traction (« take off »). La vitesse de traction et le débit d'extrusion seront optimisés en fonction notamment de la taille et de l'épaisseur des alvéoles, ainsi que de la forme souhaitée.

- 10 A la sortie du « take off », la structure alvéolaire peut être soumise à un traitement de surface (corona par exemple), afin d'en améliorer les propriétés d'adhérence notamment, et être doublé d'un non tissé ou de plaques de finition inférieure et supérieure. A la fin de ces opérations optionnelles, le panneau final est découpé tant en longueur que transversalement en des plaques de dimensions voulues et stocké.

- 15 Les déchets de production peuvent être prélevés soit avant les opérations de finition, soit après, et être recyclés dans la production.

- Les conditions d'extrusion du procédé selon la présente invention sont adaptées notamment à la nature de la composition à base de matière plastique. Ainsi qu'évoqué précédemment, on veillera notamment à adapter la température
20 de cette composition à la sortie de la filière de manière à pouvoir réaliser la soudure des alvéoles, l'expansion de la composition le cas échéant etc. en l'absence de déformations dues à la pesanteur. On veillera également à adapter les valeurs de la pression et de la dépression alternées, ainsi que la durée des cycles, de manière à optimiser cette soudure. En pratique, on utilise de
25 préférence une pression supérieure ou égale à 0.5 bar relatif, voire à 1.5 bar. Cette pression est généralement inférieure ou égale à 6 bar, voire à 4 bar ou même, à 2 bar. Quant à la dépression, celle-ci est généralement supérieure ou égale à 100 mm Hg absolu, voire à 400 mm Hg. Enfin, la durée des cycles (alternances pression/dépression) est généralement supérieure ou égale à 0.3 s,
30 voire à 0.4 s, de préférence à 0.5 s. Cette durée est de préférence inférieure ou égale à 3 s, voire à 2 s et même, à 1 s.

- Un mode de réalisation particulier du dispositif d'extrusion selon l'invention va maintenant être illustré en faisant référence aux dessins accompagnant la présente description. Ces dessins sont constitués des Figures 1
35 à 3 annexées, représentant schématiquement une forme d'exécution typique de ce dispositif.

La Figure 1 est une coupe transversale, selon un plan vertical médian, de l'ensemble du dispositif d'extrusion.

Les Figures 2 (a), 2 (b) et 2 (c) sont, respectivement, une vue de la face avant de la filière (dont le revêtement par plaque en matériau isolant n'a pas été représenté) et des fentes parallèles dont elle est équipée [2 (a)], une vue agrandie de ces fentes [2 (b)] et une vue agrandie - et non à l'échelle - d'une partie des couteaux définissant entre eux les canaux d'écoulement dont la partie rectiligne forme les parois latérales de chaque fente constitutive de la filière [2 (c)].

La Figure 3 est une vue partielle de l'avant du dispositif d'extrusion, qui comprend cette fois son revêtement isolant et dont, des deux calibreurs, seul le calibreur inférieur a été représenté.

Dans le mode de réalisation particulier du dispositif d'extrusion représenté aux Figures, la composition à base de matière plastique destinée à être extrudée pour la formation de la structure alvéolaire alimente la filière plate via la trémie d'alimentation 1 et le canal d'alimentation en composition fondue 2 vers l'ouverture élargie 3. La composition fondue passe (sens de l'extrusion représenté par l'axe (x)) à travers les fentes 5, pratiquées sur la face avant 4 de la filière via les couteaux métalliques 6 délimitant les canaux d'écoulement 7 qui sont prolongés par des lèvres métalliques (voir figures 2) ayant une partie rectiligne 7 bis et étant destinées à être noyées dans le revêtement isolant (voir figure 3).

Les deux calibreurs 8 disposés sur la face avant 4 de la filière sont creusés de deux chambres 9 dont partent des conduits tubulaires 10 qui se terminent par des orifices circulaires 11 débouchant à proximité du revêtement isolant. Comme mentionné plus haut, chaque chambre 9 est alternativement reliée à une pompe à vide ou à un circuit de gaz comprimé (non représentés) pour soumettre, en alternances successives, les espaces compris entre deux lamelles extrudées adjacentes à une injection de gaz comprimé et à une dépression, les deux côtés d'une même lamelle étant, pour l'un, soumis à l'action du gaz comprimé et, pour l'autre, à l'action de la dépression, et inversement lors de l'alternance suivante, afin de réaliser la déformation des lamelles et leur soudure deux à deux avec formation de la structure alvéolaire.

Dans le procédé selon l'invention, la forme et la taille des alvéoles peuvent être adaptées en modifiant la viscosité en fondu du polymère, la vitesse d'extrusion, la durée des cycles de pression/dépression...

La forme des alvéoles de cette structure peut être approximativement circulaire, elliptique (lorsque les vitesses d'extrusion et/ou de traction sont plus élevées), polygonale (lorsque les différences de pression appliquées sont plus brusques)...

5 Ces alvéoles ont généralement une longueur L (dans la direction de l'extrusion) plus grande que leur largeur l (dans le plan d'extrusion mais selon une direction perpendiculaire à celle de l'extrusion). En général, le facteur de forme (L/l) des alvéoles est donc supérieur à 1, voire à 1.5 mais généralement inférieur à 2.

10 La longueur (L) des alvéoles est généralement supérieure ou égale à 4 mm, voire à 10 mm, mais généralement inférieure ou égale à 30 mm, voire à 20 mm. La largeur (l) est quant à elle généralement supérieure ou égale à 2 mm, voire à 5 mm, mais généralement inférieure ou égale à 15 mm, voire à 10 mm.

Quant à l'épaisseur de paroi des alvéoles, celle-ci est conditionnée par
15 l'épaisseur des fentes à travers lesquelles sont extrudées les lamelles de matière plastique fondue et par le taux d'étirage imposé aux lamelles fondues. En pratique, elle est généralement supérieure ou égale à 100 μm , voire à 200 ou à 250 μm . Elle ne dépasse toutefois avantageusement pas 1 mm, voire 0.8 et de préférence, 0.6 mm sous peine d'alourdir la structure. La limite inférieure
20 dépend en fait du mode de réalisation de la filière. Si celle-ci est une filière monobloc où les fentes ont été usinées (par exemple par électro-érosion ou au moyen d'un rayon laser), on aura en général affaire des fentes plus larges que si elle est constituée d'un assemblage de lamelles.

La taille des structures alvéolaires obtenues par le procédé selon
25 l'invention est limitée par la taille de l'appareillage de mise en œuvre. Par taille, on entend en fait uniquement la largeur et la hauteur (mesurée perpendiculairement au plan d'extrusion), et pas la longueur puisque celle-ci est déterminée par la durée de l'extrusion et la fréquence de découpe de la bande extrudée. La hauteur de ces structures est généralement supérieure ou égale au
30 mm, voire à 2 mm, de préférence à 5 mm ; elle est généralement inférieure ou égale à 70 mm, voire à 60 mm.

Il ressort de ce qui précède que la présente invention permet d'obtenir des structures alvéolaires monoblocs de longueur infinie ou plutôt, dont la longueur est variable à l'infini et ce avec une large gamme de compositions à base de
35 matière plastique.

Les structures alvéolaires obtenues par le procédé selon l'invention sont avantageusement utilisées dans le bâtiment (plafond allégés, cloisons, portes, coffrets à béton...), l'ameublement, l'emballage (protections latérales, enrobage d'objets, ...), l'automobile (plage arrière, intérieur de portière, ...),

5 l'aéronautique, ...

En règle générale, ces structures conviennent particulièrement bien pour l'ameublement et le bâtiment, par exemple pour la construction d'abris permanents (habitations) ou temporaires (tentes rigides ou abris humanitaires par exemple).

10 Lorsque la matière plastique est une poly(aryl éther sulfone), ces structures conviennent particulièrement bien pour des applications aéronautiques.

Elles peuvent y être utilisées telles quelles ou en sandwich entre deux plaques dites de finition. La dernière variante est avantageuse et dans ce cas, on peut fabriquer ledit sandwich par soudure, collage... ou toute autre méthode
15 d'assemblage des plaques et de l'âme (utilisée froide ou chaude, juste après extrusion) qui convient pour les matières plastiques. Une manière avantageuse de fabriquer ledit sandwich consiste à souder les plaques de finition sur l'âme alvéolaire. Tout procédé de soudure peut convenir à cet effet, les procédés par rayonnement électromagnétique donnant de bons résultats dans le cas de
20 structures/plaques au moins partiellement transparentes au rayonnement électromagnétique. Un tel procédé est décrit dans la demande FR 03.08843 dont le contenu à cet effet est incorporé par référence à la présente demande.

La présente invention est illustrée de manière non limitative par les exemples suivants :

25 Exemple 1 (selon l'invention)

On a procédé à l'extrusion d'une structure alvéolaire d'une largeur de 4 cm et d'une hauteur de 12 mm dans les conditions et avec le dispositif décrits ci-après :

- extrudeuse SCAMEX 45 munie de 5 zones de chauffage distinctes (Z1 à Z5)
30 et équipée d'une filière telle que décrite ci-dessus, équipée de couteaux en polyimide renforcé de fibres de verre (face avant de la filière non revêtue de matériau isolant), de calibreurs en acier inoxydable d'une longueur de 18 mm, d'un générateur d'air comprimé et d'une pompe à vide et ayant 3 zones de chauffe portées à 200 °C. La distance entre les couteaux est de 0.3 mm.
- 35 ▪ profil de température dans l'extrudeuse :

Z1 : 115°C

Z2 : 160°C

Z3 : 185°C

Z4 : 190°C

Z5 : 195°C

- 5 ▪ composition : à base de PVC, commercialisée par SOLVIN sous la
dénomination BENVIC® IR047
- Température matière à l'entrée de la filière : 200°C
- Pression d'extrusion : 67,5 bars
- Vitesse de vis : 7 tr/min
- 10 ▪ Pression de l'air comprimé : 1,7 bars absolus
- Vide : 400 mm Hg
- Durée des cycles de pression/dépression : 0,6 sec/0,8 sec
- % d'étirage : 55 %

On a obtenu une structure alvéolaire ayant les propriétés suivantes :

- 15 ▪ hauteur : 12 mm
- masse volumique apparente : 0.143 kg/dm³

Exemple 2 (selon l'invention)

On a procédé à l'extrusion d'une structure alvéolaire d'une largeur de 4 cm et d'une hauteur de 10 mm dans les conditions et avec le dispositif décrits ci-

20 après :

- extrudeuse SCAMEX 45 munie de 5 zones de chauffage distinctes (Z1 à Z5) et équipée d'une filière telle que décrite ci-dessus avec des couteaux en acier 17.4.PH et des calibreurs en acier inoxydable d'une longueur de 18 mm, équipée d'un générateur d'air comprimé et d'une pompe à vide et ayant
- 25 3 zones de chauffe portées à 185°C. La face avant de la filière est recouverte d'un isolant thermique (polyimide renforcée de fibres de verre). La distance entre les couteaux est de 0.45 mm.

- profil de température dans l'extrudeuse :

Z1 : 110°C

30 Z2 : 155°C

Z3 : 185°C

Z4 : 185°C

Z5 : 185°C

- composition : à base de PVC, commercialisée par SOLVIN sous la
- 35 dénomination BENVIC® IR047
- Température matière à l'entrée de la filière : 190°C

- Pression d'extrusion : 96 bars
 - Vitesse de vis : 9,5 tr/min
 - Pression de l'air comprimé : 1,5 bar
 - Vide : 400 mm Hg
- 5 ▪ Durée des cycles de pression/dépression : 0.6 sec/0.6 sec
- % d'étirage : 70%

On a obtenu une structure alvéolaire ayant les propriétés suivantes :

- hauteur : 10 mm
 - masse volumique apparente : 0.154 Kg/dm³
- 10 Exemple 3R (comparatif, non conforme à l'invention)

On a tenté de procéder à l'extrusion d'une structure alvéolaire d'une largeur de 4 cm dans les conditions et avec le dispositif décrits ci-après :

- extrudeuse SCAMEX 45 munie de 5 zones de chauffage distinctes (Z1 à Z5) et équipée d'une filière telle que décrite ci-dessus avec des couteaux
- 15 métalliques et des calibreurs métalliques d'une longueur de 18 mm - ni la face avant des couteaux, ni la face avant de la filière n'étant recouvertes par un isolant thermique - équipée d'un générateur d'air comprimé et d'une pompe à vide et ayant 3 zones de chauffe portées à 200°C
- profil de température dans l'extrudeuse :
- 20 Z1 : 110°C
- Z2 : 155°C
- Z3 : 185°C
- Z4 : 185°C
- Z5 : 185°C
- 25 ▪ composition : à base de PVC et commercialisée par SOLVIN sous le nom BENVIC® IR047
- Température matière à l'entrée de la filière : 190°C
 - Pression d'extrusion : 96 bars
 - Vitesse de vis : 9,5 tr/min

- 30 Dès la mise en route des systèmes de pression/dépression, la matière s'est figée à la sortie des couteaux et aucune structure en nid d'abeilles n'a pu être produite.

Exemple 4R (comparatif, non conforme à l'invention)

- On a procédé à l'extrusion d'une structure alvéolaire d'une largeur de 4 cm
- 35 et d'une hauteur de 10 mm dans les conditions et avec le dispositif décrits ci-après :

- extrudeuse SCAMEX 45 munie de 5 zones de chauffage distinctes (Z1 à Z5) et équipée d'une filière telle que décrite dans le document EP-B-1009625, à 3 zones de chauffe portées à 210°C. La filière débouche directement dans l'eau de refroidissement et est équipée d'un système de mise en pression et dépression à base d'eau assurant la soudure tel que décrite dans la demande FR 2760999
 - profil de température dans l'extrudeuse :
 - Z1 : 111°C
 - Z2 : 158°C
 - Z3 : 194°C
 - Z4 : 194°C
 - Z5 : 204°C
 - composition : à base de PVC, commercialisée par SOLVIN sous la dénomination BENVIC® IR047
 - Température matière à l'entrée de la filière : 211°C
 - Pression d'extrusion : 43 bars
 - Vitesse de vis : 13 tr/min
 - Pression de l'eau : 1.5 bar
 - Vide : 400 mm Hg
 - Durée des cycles de pression/dépression : 0.75 sec/0.75 sec
 - % d'étirage : 60%
 - température de l'eau de refroidissement : 60°C
- On a obtenu une structure alvéolaire ayant les propriétés suivantes :
- hauteur : 10 mm
 - masse volumique apparente : 0.590 Kg/dm³
- Les résultats de cet exemple montrent que lorsqu'on utilise de l'eau comme fluide de refroidissement, toutes autres conditions étant comparables, la structure alvéolaire obtenue présente une masse volumique apparente beaucoup plus élevée. L'objectif d'allègement de la structure alvéolaire et son corollaire, à savoir l'optimisation du rapport propriétés mécaniques/poids de ladite structure ne sont donc pas atteints.

REVENDICATIONS

1 - Procédé pour la fabrication d'une structure alvéolaire à base de poly(aryl éther sulfone), selon lequel :

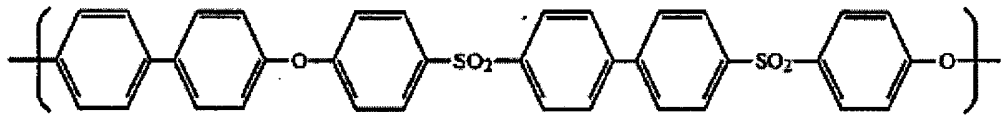
- 5 ▪ on extrude en continu, dans une direction sensiblement horizontale, à travers une filière comprenant une face avant munie d'une pluralité de fentes parallèles et d'un matériau isolant au moins en surface, des lamelles parallèles d'une composition à base d'au moins une poly(aryl éther sulfone) ;
- 10 ▪ dès la sortie de la filière, on soumet, en alternances successives et entre deux calibreurs dont la longueur est suffisamment faible pour que la composition de poly(aryl éther sulfone) reste fondue, les espaces compris entre deux lamelles adjacentes à une injection de gaz comprimé et à une dépression, les deux côtés d'une même lamelle étant, pour l'un, soumis à l'action du gaz comprimé et, pour l'autre, à l'action de la dépression, et inversement lors de
- 15 soudure deux à deux avec formation, dans un plan sensiblement parallèle à la direction d'extrusion, d'une structure alvéolaire dont les alvéoles constitutives s'étendent perpendiculairement à la direction d'extrusion.

2 - Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la poly(aryl éther sulfone) est choisie parmi les poly(biphényl éther sulfone)s, les
20 polysulfones, les polyéthersulfones, les polyimidoéthersulfones et leurs mélanges.

3 - Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la poly(aryl éther sulfone) est une poly(biphényl éther sulfone).

4 - Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que la poly(biphényl
25 éther sulfone) est une polyphénylsulfone.

5 - Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que plus de 50 % en poids des unités récurrentes de la poly(biphényl éther sulfone) sont des unités récurrentes (R1) répondant à la formule



(4).

6 - Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que la composition a une viscosité (mesurée à la température de mise en oeuvre et sous 0.1 rad/s) supérieure ou égale à 2500 Pa.s.

7 - Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que le gaz comprimé est de l'air.

8 - Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on soumet la structure alvéolaire à l'action d'un fluide de refroidissement juste après sa formation.

9 - Utilisation d'une structure alvéolaire obtenue par le procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes dans une application aéronautique.

10 - Dispositif pour la mise en œuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, comprenant :

- 15 (a) une filière plate ;
- (b) une pluralité de couteaux parallèles et sensiblement équidistants, définissant entre eux des canaux d'écoulement ayant une première partie convergente et, ensuite, une partie substantiellement rectiligne, les parties rectilignes des canaux formant les parois latérales de fentes parallèles et ayant au moins leur extrémité aval à base de ou noyée dans un matériau isolant;
- 20 (c) deux calibreurs courts disposés de part et d'autre des fentes de la filière et dans lesquels sont creusées deux chambres dont partent des conduits tubulaires qui se terminent par des orifices généralement circulaires débouchant à proximité des espaces compris entre les fentes de la filière,
- 25 chaque chambre de chacun de ces calibreurs étant alternativement reliée à une pompe à vide ou à un circuit de gaz comprimé.

Fig. 1

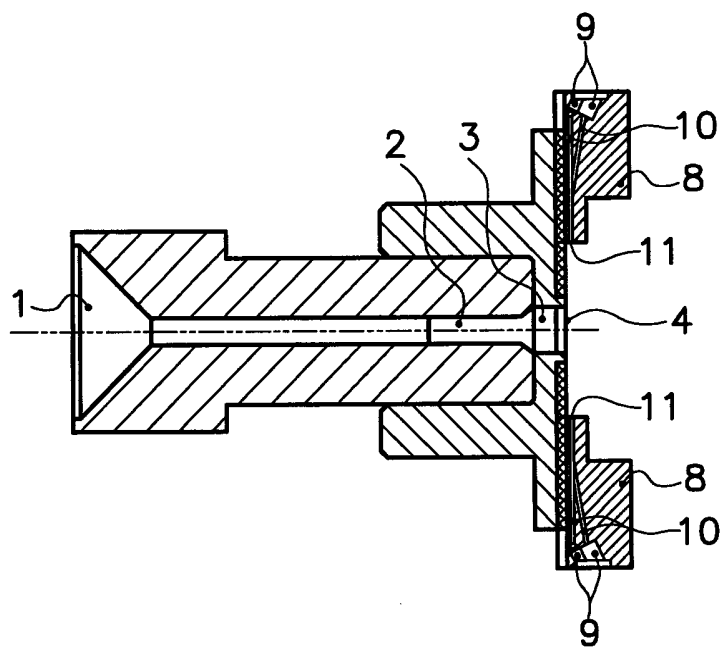


Fig. 2

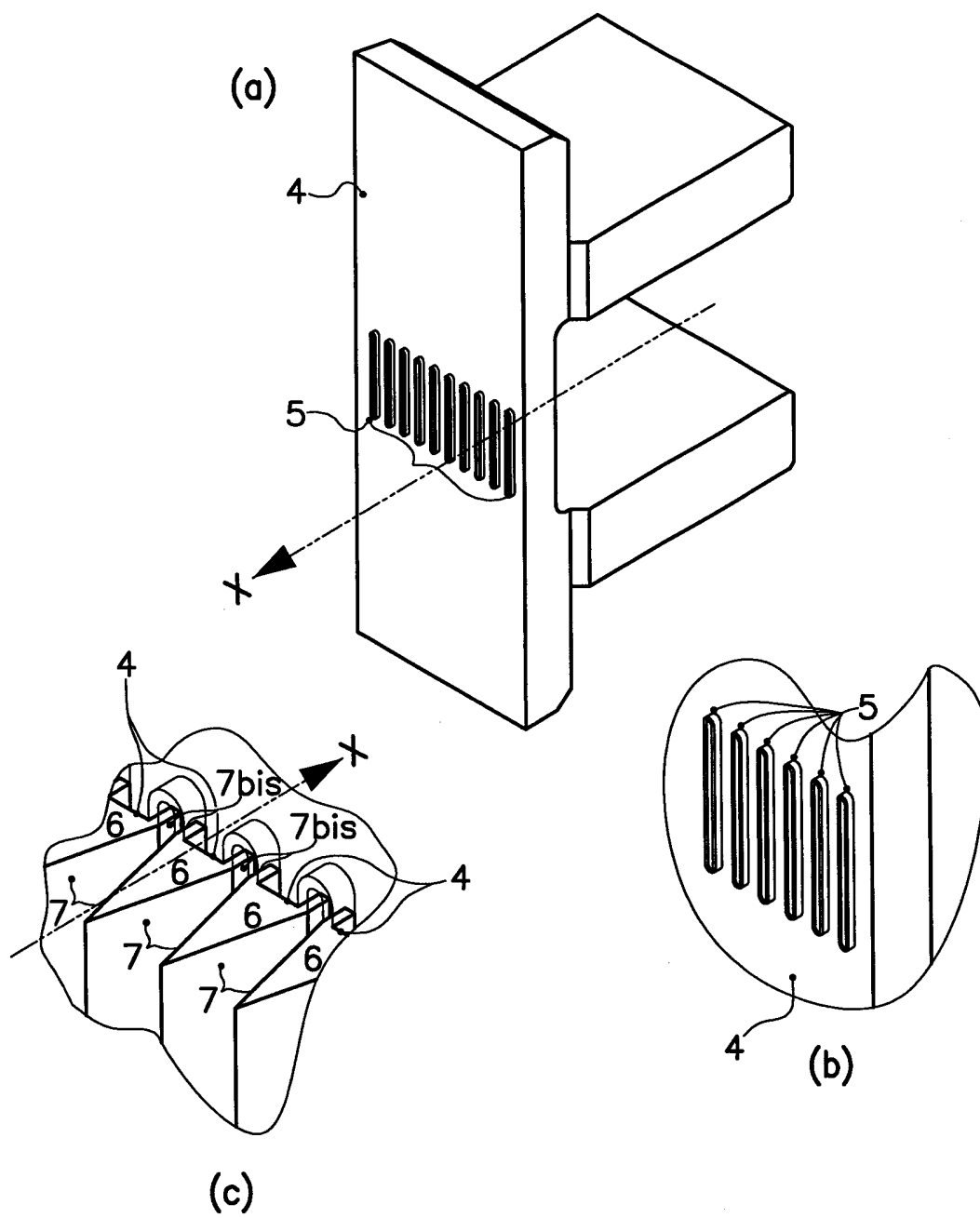
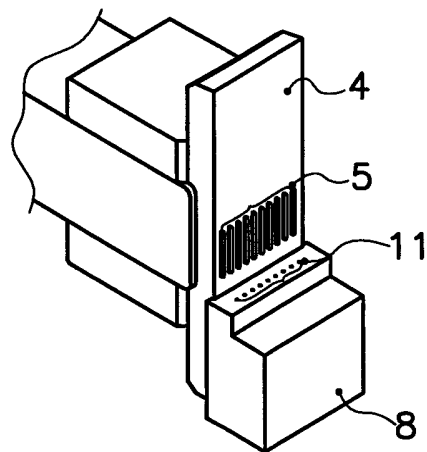


Fig. 3



A B R E G EProcédé pour la fabrication d'une structure alvéolaire à base de poly(aryl éther sulfone) et dispositif pour la mise en œuvre de ce procédé

Procédé pour la fabrication d'une structure alvéolaire à base de poly(aryl éther sulfone), selon lequel :

- on extrude en continu, dans une direction sensiblement horizontale, à travers une filière comprenant une face avant munie d'une pluralité de fentes parallèles et d'un matériau isolant au moins en surface, des lamelles parallèles d'une composition à base d'au moins une poly(aryl éther sulfone) ;
- dès la sortie de la filière, on soumet, en alternances successives et entre deux calibreurs dont la longueur est suffisamment faible pour que la composition de matière plastique reste fondue, les espaces compris entre deux lamelles adjacentes à une injection de gaz comprimé et à une dépression, les deux côtés d'une même lamelle étant, pour l'un, soumis à l'action du gaz comprimé et, pour l'autre, à l'action de la dépression, et inversement lors de l'alternance suivante, afin de réaliser la déformation des lamelles et leur soudure deux à deux avec formation, dans un plan sensiblement parallèle à la direction d'extrusion, d'une structure alvéolaire dont les alvéoles constitutives s'étendent perpendiculairement à la direction d'extrusion.

Figure 1.