

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
COURBEVOIE

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

3 137 543

21 N° d'enregistrement national : 22 06886

51 Int Cl<sup>8</sup> : A 43 B 13/04 (2022.01), B 29 C 44/42, B 29 D 35/12,  
B 29 K 71/00

12

## DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 06.07.22.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la  
demande : 12.01.24 Bulletin 24/02.

56 Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du  
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : BOISDUR Enrick — FR, GONZALEZ  
David — FR et COKCINEL Société par actions simpli-  
fiée à associé unique — FR.

72 Inventeur(s) : BOISDUR Enrick et GONZALEZ David.

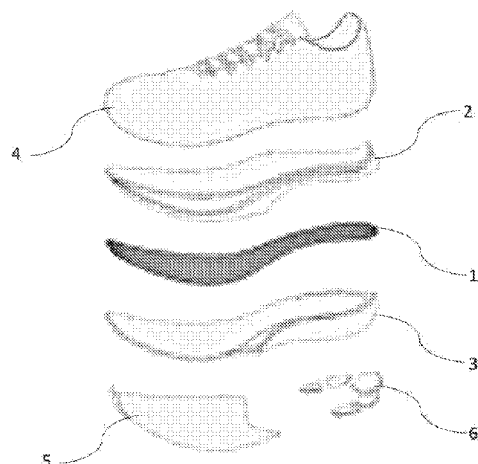
73 Titulaire(s) : BOISDUR Enrick, GONZALEZ David,  
COKCINEL Société par actions simplifiée à associé  
unique.

74 Mandataire(s) : IP TRUST.

54 SEMELLE DE CHAUSSURE INTERMEDIAIRE.

57 La présente invention concerne une semelle de  
chaussure intermédiaire (2, 3) formée par une structure tri-  
dimensionnelle formée par un polymère expansé pour former  
des cavités fermées, caractérisée en ce que ledit copoly-  
mère est un copolymère unique pour l'intégralité de ladite  
structure tridimensionnelle, et présente une densité décrois-  
sant continuellement dans une direction perpendiculaire à une  
surface transversale médiane de référence, et en ce que la-  
dite structure tridimensionnelle présente une pluralité de pa-  
rois intérieures s'étendant entre deux surfaces opposées  
dans des directions majoritairement inclinées selon un  
angle compris entre 2° et 30° par rapport à ladite surface  
transversale médiane de référence et de préférence de 2° à  
20°.

Figure de l'abrégé : Fig 1



FR 3 137 543 - A1



## **Description**

### **Titre de l'invention : SEMELLE DE CHAUSSURE INTER-MEDIAIRE**

#### **Domaine de l'invention**

- [0001] La présente invention concerne le domaine des semelles et des semelles inter-médiaires (en anglais « midsole ») de chaussures.
- [0002] Les années 1970 ont vu l'explosion du succès de la course à pied auprès du grand public. Sport jusque-là pratiqué majoritairement par une élite de coureurs de bon niveau, la discipline a vu arriver de nombreux coureurs avec des niveaux d'entraînement et de pratique très divers. Cette affluence de nouveaux pratiquants s'est accompagnée d'une augmentation du nombre de blessures liées à la pratique. Le focus des équipementiers sportifs de l'époque a alors évolué : historiquement très concentrés sur la création de chaussures visant une performance maximale, les fabricants ont commencé à apporter de plus en plus d'attention au confort et à la protection du coureur dans leurs nouveaux modèles. Bien que la course à une mousse révolutionnaire ait véritablement commencé en 2013 pour répondre aux attentes des athlètes sur la durabilité, la résilience et le rebond avec la première chaussure équipée du «BOOST» (marque déposée) d'«ADIDAS» (marque déposée), et les performances reconnues de «NIKE» (marque déposée) ont changé la donne, par une technologie d'amortissement en mousse polyuréthane thermoplastique TPU ou le Polyéther bloc amide (PEBA) conçue pour restituer un maximum d'énergie.
- [0003] Le développement de semelles a aussi porté sur l'utilisation de mousses expansées utilisant la technique consistant à injecter dans un moule un mélange de copolymère et d'agent de moussage chimique l'azote moléculaire N<sub>2</sub>, le dioxyde de carbone CO<sub>2</sub>, se trouvent sous forme de gaz.

#### **Etat de la technique**

- [0004] On connaît notamment dans l'état de la technique la demande de brevet WO2020061535A1 décrivant un système de moulage et un procédé de fonctionnement du système de moulage. Ce procédé de l'art antérieur comprend les étapes consistant à :
- Couler un matériau polymère fondu dans une chambre de réglage de charge à partir d'un dispositif amont,
  - Ajuster une température et/ou une pression appliquée au matériau polymère fondu dans la chambre de réglage de charge,
  - Et faire couler le matériau polymère fondu de la chambre de réglage de charge dans une cavité de moule.

- [0005] La demande de brevet WO2020061539A1 décrit un autre système de moulage et un procédé de fonctionnement du système de moulage. Ce procédé comprend l'écoulement d'un matériau polymère fondu à partir d'un dispositif en amont dans une chambre de réglage dans le moule dans une position de remplissage où la chambre de réglage dans le moule est positionnée au moins partiellement à l'intérieur d'une cavité de moule. Le procédé comprend également l'ajustement d'au moins l'une parmi une température et/ou une pression appliquée(s) au matériau polymère fondu dans la chambre de réglage dans le moule pour créer un premier matériau polymère fondu réglé et l'évacuation du matériau polymère fondu réglé dans la cavité de moule à partir de la chambre de réglage dans le moule.
- [0006] On connaît aussi la demande de brevet JPH0524063A qui propose une solution pour obtenir un produit moulé ayant une partie creuse rationalisée au niveau d'une partie souhaitée, en constituant le procédé en question de sorte que la résine fondue d'un fluide à haute viscosité et un corps gazeux d'un fluide à faible viscosité s'écoulent simultanément au moment de la compression d'une cavité du moule.
- [0007] Le brevet US6613811B1 décrit un article comprenant une structure polymère élastomère thermoplastique micro cellulaire comprenant une taille moyenne de cellule inférieure à 100  $\mu\text{m}$  et une déformation rémanente à la compression inférieure à environ 30 %, la structure polymère élastomère thermoplastique comprenant une phase thermoplastique, ayant une première température de ramollissement, entremêlée avec une phase élastomère, ayant une seconde température de ramollissement différente de la première température de ramollissement.
- [0008] La demande de brevet US20210079186A1 concerne également des composants pour articles chaussants et équipement de sport comprenant une mousse. La partie en mousse des composants et des articles comprend une composition contenant un copolyester thermoplastique, la composition ayant une structure en mousse. Une couche de polymère est disposée sur au moins une surface de la partie en mousse. La couche de polymère peut réguler ou réduire l'absorption d'eau de la partie en mousse. Ce document concerne des procédés de production des compositions, des mousses et des composants, ainsi que des procédés de fabrication d'un article chaussant comprenant l'un des composants en mousse. Selon certaines variantes, les mousses et les composants en mousse peuvent être fabriqués par moulage par injection ou par moulage par injection suivi d'un moulage par compression.
- [0009] On connaît par ailleurs par le brevet EP3027377B1 un procédé de fabrication d'un article expansé de faible densité ayant une masse volumique de 0,15 à 3 g/cm<sup>3</sup>, comprenant l'étape consistant à :
- combiner dans une extrudeuse un polymère fondu choisi dans le groupe constitué par des élastomères de polyuréthane thermoplastiques ayant un

indice de fusion de 5 à 100 grammes/10 min à 190 °C, 8,7 kg ou 180 à 300 grammes/min à 200 °C, 21,6 kg tel que mesuré à l'aide de la procédure de la norme ASTM D1238 et des copolymères d'éthylène-acétate de vinyle thermoplastiques ayant un indice de fusion de 0,5 jusqu'à 50 grammes/10 min à 190 °C, 8,7 kg tel que mesuré à l'aide de la procédure de la norme ASTM D1238

Avec

- [0010] (a) un agent d'expansion physique ou chimique autre qu'un fluide supercritique et
- [0011] (b) un fluide supercritique
- [0012] Dans lequel l'agent d'expansion (a) est présent dans une quantité jusqu'à 15 % en poids sur la base du poids de polymère et le fluide supercritique comprend l'un parmi 0,1 à 5 pour cent en poids de CO<sub>2</sub> supercritique ou environ 0,1 à environ 4 pour cent en poids de N<sub>2</sub> supercritique pour former un mélange et mouler par injection le mélange à une pression de 110 MPa à 207 MPa dans un moule (28) comprenant un outil poreux (220).
- [0013] Le brevet EP0972626B1 décrit un autre procédé d'addition de dioxyde de carbone supercritique à une résine thermoplastique fondue, qui comprend le chargement de dioxyde de carbone à partir d'un cylindre de dioxyde de carbone liquéfié à travers une conduite d'écoulement qui est refroidie par un circulateur de fluide de refroidissement dans lequel un fluide de refroidissement est contrôlé à une température constante dans une plage de -60° à 0°C dans une pompe à quantité prédéterminée pouvant être délivrée tout en permettant audit dioxyde de carbone de rester dans un état liquéfié, la fourniture dudit dioxyde de carbone à partir de ladite pompe à quantité prédéterminée pouvant être délivrée (2) dans un tel de manière que, lorsque ledit dioxyde de carbone est mis sous pression et délivré par ladite pompe pouvant délivrer une quantité prédéterminée, une pression de délivrance est contrôlée à une pression optionnelle dans une plage allant d'une pression critique (7.4 MPa) de dioxyde de carbone à 40 MPa pour délivrer ledit dioxyde de carbone sans aucune fluctuation de la quantité de débit en établissant la pression d'une vanne de régulation de pression, en chauffant ledit dioxyde de carbone qui a été pressurisé et délivré par ladite pompe à une température critique (31°C) de dioxyde de carbone ou plus pour convertir ledit dioxyde de carbone en dioxyde de carbone supercritique, puis ajouter ledit dioxyde de carbone supercritique à ladite résine thermoplastique fondue.

### **Inconvénients de l'art antérieur**

- [0014] Les solutions proposées dans l'art antérieur sont généralement de type bi composant avec une peau rigide renfermant une mousse compressible. Il en résulte une semelle à l'intérieur de laquelle les matériaux travaillent en partie en cisaillement et en compression, ce qui provoque un vieillissement accéléré lors de l'utilisation. Par ailleurs, l'orientation du module d'élasticité locale est isotrope est conduit à une déformation

non contrôlée de la forme de la semelle.

- [0015] Les solutions utilisant le polymère polyéther bloc amide PEBA ou le TPU ne sont pas satisfaisantes en raison d'un mauvais vieillissement notamment en flexion et compression et de leur caractère très hydrophile.
- [0016] Ces solutions nécessitent par ailleurs une liaison avec les autres éléments de la chaussure par collage ou soudure, ce qui introduit des inhomogénéités et des zones fragiles.
- [0017] Enfin, l'utilisation de différents matériaux, notamment ceux à base d'EVA rend la semelle difficilement recyclable car souvent il s'agit de composition avec plus de 2 ingrédients et parfois vulcanisé.
- [0018] Il est à noter qu'il y a une suspicion apportée à l'EVA quant à son caractère carcinogène et de son inscription probable sur les listes de California 65 et Reach. C'est pourquoi il est très difficile et coûteux de faire des pièces en EVA dans des pays avec des réglementations de travail moderne.
- [0019] De plus la plupart des compositions servant à faire ces articles moussés comprennent des additifs pour différentes fonctions comme le moussage, l'anti ozone, l'anti-UV, la rigidification, la tenue en fatigue, le ramollissement...

### **Solution apportée par l'invention**

- [0020] Afin de répondre à ces inconvénients l'invention concerne selon son acception la plus générale une semelle intermédiaire de
- [0021] chaussure intermédiaire formée par une structure tridimensionnelle formé par un polymère expansé pour former des cavités fermées, caractérisée en ce que ledit copolymère est un copolymère unique pour l'intégralité de ladite structure tridimensionnelle, et présente une densité décroissant continument dans une direction perpendiculaire à une surface transversale médiane de référence, et en ce que ladite structure tridimensionnelle présente une pluralité de parois intérieures s'étendant entre deux surfaces opposées dans des directions majoritairement inclinées selon un angle compris entre 2° et 30° par rapport à ladite surface transversale médiane de référence et de préférence de 2° à 20°.
- [0022] On entendra par « copolymère unique » un matériau formé par un seul type de macromolécule constituée par deux ou plusieurs sortes de motifs monomères, à l'exclusion de mélanges de copolymères.
- [0023] De préférence, ladite densité locale croissante varie continument entre une valeur maximale au niveau des surfaces extérieures, et une valeur minimale au cœur de ladite semelle au niveau de ladite surface transversale médiane de référence.
- [0024] On entend par « densité locale » la densité moyenne dans un volume élémentaire  $D_v$  représentatif statistiquement homogène en ce qui concerne le taux et la section des cavités résultant du moussage.

- [0025] Ce volume  $D_v$  doit contenir suffisamment de cavités pour être représentatif de la microstructure. Le milieu sera dit homogène, ou plus précisément statistiquement homogène si les voisinages  $D_v$  à la même distance de la surface transversale médiane de référence mesurée selon un axe normale à ladite surface transversale médiane de référence et passant par  $D_v$  sont semblables ou statistiquement indiscernables (autrement dit, même "nombre" de cavités, même forme moyenne des cavités). Le volume  $D_v$  est donc un volume élémentaire représentatif du matériau expansé. Il est suffisamment petit devant l'épaisseur de la structure tridimensionnelle afin de pouvoir établir les règles de calcul différentiel et vérifier que sur une fenêtre glissante le long d'une normale à la surface transversale médiane de référence, la valeur de  $D_v$  est continument croissante en direction de ladite surface transversale médiane de référence et ne présente pas de valeur singulière.
- [0026] De préférence, ledit copolymère unique présente une densité comprise entre 0,9 à 1,15.
- [0027] Avantageusement, ladite structure tridimensionnelle présente une densité locale croissante continument entre une valeur comprise entre 0,15 à 0,8 au niveau des surfaces transversales, et une valeur minimale au cœur de ladite semelle au niveau de ladite surface de référence transversale médiane. Les valeurs sont déterminées en fonction de l'usage visé.
- [0028] De préférence, ledit copolymère unique présente une résilience supérieure à 65% et une déformation maximale supérieure à 450%.
- [0029] Selon une première variante, ledit copolymère unique est un copolymère polyester-polyéther.
- [0030] Selon une deuxième variante, ledit copolymère unique est un copolymère polyéther/polyéther
- [0031] L'invention concerne encore un procédé de fabrication d'une semelle susvisé caractérisé en ce que l'on procède à la préparation d'un polymère expansé dans une chambre d'extrusion prolongée par une chambre de malaxage débouchant dans un moule par l'intermédiaire d'une vanne pilotée, le procédé comportant une étape d'injection à un débit supérieur à celui de l'alimentation de ladite chambre de malaxage, par au moins un point d'injection configuré pour assurer l'alimentation du moule selon un flux présentant une direction de propagation principale dans ladite surface médiane transversale.
- [0032] Description détaillée d'un exemple non limitatif de réalisation de l'invention
- [0033] La présente invention sera décrite de manière plus détaillée en référence à des exemples non limitatifs de réalisation précisant les avantages et considérations susmentionnées. Une description plus particulière de l'invention brièvement décrite ci-dessus :
- [0034] [Fig.1] la [Fig.1] représente une vue éclatée d'une chaussure

[0035] [Fig.2] la [Fig.2] représente une vue en coupe d'une partie périphérique de la semelle selon l'invention

[0036] [Fig.3] la [Fig.3] représente une vue en coupe d'une partie centrale de la semelle selon l'invention

[0037] [Fig.4] la [Fig.4] représente une vue en coupe d'un équipement pour la fabrication d'une semelle selon l'invention

### **Principe général**

[0038] La [Fig.1] représente une vue générale d'une chaussure composée par :

- Une plaque (1) optionnelle en fibre de carbone intégrée
- Un ou plusieurs éléments de semelle intermédiaire (2, 3) objet de la présente invention
- Un corps chaussant (4)
- Des éléments de semelle inférieure (5, 6).

[0039] La plaque en fibre de carbone (1) est optionnelle. Elle s'étend sur toute la longueur pour augmenter la rigidité de flexion longitudinale de la chaussure. La plaque en fibre de carbone (1) rigidifie l'articulation métatarso-phalangienne et agit comme un levier pour réduire la cadence de travail au niveau de la cheville

[0040] Dans l'état de la technique, la semelle intermédiaire (2, 3) est en mousse «PEBAX» (marque déposée) pour les chaussures de sport récente. Le «PEBAX» (marque déposée) est un élastomère bloc de polyamide (PEBA) couramment utilisé comme plastique rigide dans les semelles extérieures des chaussures. Lorsqu'elle est fabriquée en mousse, elle présente deux avantages par rapport aux semelles intercalaires traditionnelles en éthylène-acétate de vinyle (EVA) ou en polyuréthane thermoplastique (TPU).

[0041] L'invention porte sur la structure des semelles intermédiaires (2, 3) et son procédé de fabrication, ainsi que sur la réalisation d'une chaussure dont l'intégralité des composants souples, à savoir le corps chaussant (4), les semelles intermédiaires (2, 3) et les éléments de la semelle inférieure (5, 6), et les éventuelles pièces additionnelles telles que les tissus intercalaires en un seul et même polymère pour permettre un recyclage sans démontage pour la séparation des différentes pièces de la chaussure.

### **Structure de la semelle intermédiaire**

[0042] La semelle intermédiaire (2, 3) est constituée par un corps microstructuré en polymère et de préférence un copolymère polyester-polyéther ou un copolymère polyéther -polyéther ou un copolymère polyester-polyester.

[0043] On distinguera les corps moussés, formés de polymère solidifié sous la forme de microbulles, à la consistance spongieuse et élastique, formés d'un amas de bulles séparées par des parois solides isotropes, et le corps microstructuré selon l'invention,

où le polymère solide forme une matrice avec une répartition de microcavités continument variable de la surface extérieure au centre, ces microcavités présentant une taille également continument variable de la surface extérieure au centre. La matrice polymère présente des plans préférentiels où les parois séparant les microcavités forment des murs orientés non pas selon le seul plan transversal, mais avec une inclinaison assurant la restitution des efforts dans le sens de la marche, avec une inclinaison de  $2^\circ$  à  $30^\circ$  par rapport au plan transversal.

- [0044] Les parties pleines délimités par les microcavités définissent des murs inclinés par rapport aux plans transversaux, ces murs étant majoritairement inclinés selon un angle compris entre  $2^\circ$  et  $30^\circ$ , et avantageusement  $2^\circ$  et  $20^\circ$  par rapport à ladite surface transversale médiane de référence. Ces orientations sont observables par un plan de coupe transversal selon l'axe longitudinal.
- [0045] Sur un dynamomètre type INSTRON série 55 ou Shimadzu AG-Xplus ou ZwickRoell Proline un indenteur fin et demi sphérique est monté sur la partie mobile de la machine sur la ligne du capteur. L'échantillon testé est quant à lui placé sur une plaque support orientable de  $0^\circ$  à  $60^\circ$  par rapport au sol. L'observation des courbes de forces aller-retour diffèrent entre un moment où la chaussure est verticale et un moment où la chaussure est verticale à l'aller et incliné au retour. Une condition de test est par exemple, une vitesse à 20mm/min avec un écrasement recherché de 50 kg régulé puis une relaxation au point initial de déplacement initial du test.
- [0046] Le corps microstructuré présente des cavités dont la taille moyenne n'est pas constante mais évolue de manière croissante depuis la surface de la semelle intermédiaire pour atteindre la section maximale dans la partie centrale de la semelle intermédiaire (2, 3) avec un gradient de densité décroissant vers le centre de la semelle intermédiaire, et une orientation préférentielle des parois des cellules fermées dans des plans transversaux de façon à former des raidisseurs flexibles anisotropiques orientés selon la direction des efforts.
- [0047] La [Fig.2] représente une vue en coupe d'une portion périphérique de la semelle, près de la peau de la semelle. On observe une peau (10) formé par la fusion locale du copolymère microstructuré injecté dans le moule puis une partie (11) où les microcavités commencent à apparaître et une troisième zone (12) où les microcavités fermées deviennent de plus grosses et nombreuses.
- [0048] La [Fig.3] représente une autre vue, d'une portion centrale de la semelle, où on observe dans la partie médiane (13) la densité de microcavités la plus importante, avec des microcavités de la taille la plus importante, avec une diminution du nombre et de la taille des microcavités dans les zones (12) plus éloignées du centre.
- [0049] On observe également que, hormis la surface où se forme une peau par contact avec le moule chaud, il n'apparaît aucune rupture ou surface singulière où la densité de mi-

crogravités ou leurs tailles varie brusquement, mais au contraire un continuum dans les variations de tailles et de nombre des microcavités.

### **Procédé de fabrication**

[0050] La semelle selon l'invention est fabriquée avec un équipement illustré par la [Fig.4].

[0051] Le procédé a pour but de former un corps non pas comme une mousse avec des propriétés finales imposées par le moyen d'obtention, mais comme une matrice plastique avec des propriétés de départ que l'on va chercher à alléger par ajout de gaz CO<sup>2</sup> ou N<sup>2</sup> en condition supercritique par un procédé de type «MUCELL» (marque déposée). Le procédé «MUCELL» (marque déposée) permet la formation d'alvéoles de très petite taille, de 5 à 50 micromètres de diamètre. Le principe général est décrit dans le brevet US5516067 décrivant un procédé de production d'un matériau polymère semi-cristallin expansé contenant des vides micro cellulaires uniformes à cellules fermées, comprenant les étapes, réalisées dans l'ordre suivant, consistant à :

[0052] a) premièrement, chauffer un matériau polymère semi-cristallin ou non à une température égale ou supérieure à la température de fusion du matériau pour ainsi faire fondre le matériau polymère ;

[0053] b) deuxièmement, saturer le matériau polymère fondu à une pression élevée égale ou supérieure à la température de fusion avec une concentration uniforme de gaz ;

[0054] c) troisièmement, façonner le matériau polymère saturé de gaz dans une cavité, un moule ou une matrice à une pression élevée pour empêcher sensiblement la nucléation cellulaire à l'intérieur du matériau ;

[0055] d) quatrièmement, amorcer la formation de bulles uniformes dans le matériau polymère façonné, en l'absence de vibrations soniques, en réduisant la pression et en sursaturant le matériau polymère façonné avec du gaz, ce qui donne un matériau polymère façonné nucléé uniforme ayant des vides micros cellulaires à cellules fermées ci-dessous environ 100 microns de diamètre dans ledit matériau polymère ; et

[0056] e) cinquièmement, abaisser la température en dessous du point de fusion dudit matériau polymère pour empêcher une croissance cellulaire supplémentaire.

[0057] La mousse micro cellulaire produite selon ce procédé «MUCELL» (marque déposée) inventé au MIT est une mousse polymère avec des tailles de cellules inférieures à environ 100 micromètres (µm) et idéalement dans la plage d'environ 5 à environ 25 µm. Ces diamètres de vide s'avèrent être suffisamment petits pour améliorer ou au moins maintenir les propriétés mécaniques du polymère parent.

[0058] Dans l'injection «MUCELL» (marque déposée), le gaz carbonique joue le rôle d'agent d'expansion. Injecté à l'état liquide, il se dissout dans la matière avant de se transformer par sublimation en arrivant dans le moule d'injection, avec pour résultat un gain de poids de 10 à 30 % selon la matière et la pièce. Ces bulles à l'intérieur de la matrice sont délimitées par des parois qui constituent en quelques sortes les murs

inclinés du corps de la semelle.

- [0059] L'ensemble de cette géométrie a des propriétés qui sont définis par l'entrée d'une matrice connue qui verra ses propriétés physicochimiques devenir les propriétés du mur unitaire. L'enchaînement de ces murs et leurs orientations sont définis en fonction de la propriété que l'on veut obtenir. La matrice est préférentiellement en thermo-plastique, avec un caractère élastomère, sélectionnée parmi les copolymères de Polyéther/ polyester ou polyester/polyester ou Polyéther/polyéther, et plus particulièrement constitué de copolymère bloc éther-ester COPE (Copolyester Thermoplastic Elastomers)
- [0060] La matrice comporte le cas échéant des additifs pour assurer la aux vieillissements UV, O3, humidité, milieu alcalin et/ou salé.
- [0061] La matrice est judicieusement sélectionnée par l'homme de l'art pour assurer une résistance accrue aux agressions extérieurs de par ces propriétés chimiques intrinsèques tels que : UV, O3, humidité, milieu alcalin et/ou salé.
- [0062] La matrice devra posséder des caractéristiques physiques suivantes :
- Déformation élastique > 5%
  - Résilience entre 65% et 100%
  - % humidité absorbé max <0.85%
  - Déformation max >450%
  - Densité 0.9-1.15.
- [0063] La résilience exprimée en pourcentage d'un élastomère soumis à des efforts périodiques est égale, d'après la norme ASTM, au rapport de l'énergie restituée après déformation, à l'énergie fournie pour déformer l'élastomère.
- [0064] Une représentation schématique d'un système de formation d'une cellule micro-structurée à partir de polymères cristallins est illustrée par la [Fig.4]. Il comprend un équipement formé par un corps cylindrique (20) définissant une chambre d'alimentation (21) et une chambre d'injection (22) séparés par un piston transversal (23). Une vis extrudeuse (30) est chargée de granulés de polymère provenant d'une trémie d'alimentation (40). Ces granulés sont chauffés à une température supérieure à leur point de fusion et forcés à travers la chambre d'extrusion (21) par la vis (30). Le polymère fondu est forcé par la vis d'extrusion (30) dans une chambre d'injection (22) débouchant dans une filière d'injection (24) la sortie est fermée par une vanne (25).
- [0065] La vis de fusion (30) présente des températures régulées par zone selon un gradient croissant de l'alimentation (40) vers le point d'injection (23).
- [0066] Le corps (20) présente un conduit d'alimentation (45), à travers laquelle le gaz à haute pression peut être injecté dans le polymère fondu entraîné par la vis (30) pour permettre l'interaction entre le polymère et le gaz à l'interface polymère/gaz. À cette interface, le gaz se dissout dans le liquide polymère. Le polymère est ensuite comprimé

dans la chambre d'injection (22) où il s'homogénéise et se refroidit pour arrêter le moussage.

[0067] Le gaz est injecté à une pression comprise entre 2.5 et 100MPa.

[0068] La presse à injecter peut-être hydraulique ou électrique et horizontale ou verticale.

[0069] Lorsque la chambre de compression (22) est remplie, on déplace la vis (30) non plus en rotation pure mais en translation pour injecter le contenu de la chambre de compression (22) dans le moule (50), par une ou plusieurs injecteur (24) débouchant dans une surface médiane (51) du moule (50). L'injection de la matière polymère dans le moule (50) produit un front de progression transversal, progressant selon la direction longitudinale de la semelle à mouler, avec un gradient de pression de part et d'autre de l'axe d'injection (41). Le front d'injection n'est pas un plan transversal mais une surface bombée présentant des tangentes, au niveau des parois du moule, légèrement inclinées, ce qui conduit à des axes préférentiels de structuration qui ne sont pas totalement transversaux, mais comporte une composante longitudinale.

[0070] Le moule (50) est usiné dans un métal avec un traitement de surface anti-rayure et lisse obtenue par fraisage et rectification ou par bain de trempage ou par traitement de surface.

[0071] Optionnellement, le moule présentera un aspect de surface pour obtenir des pièces texturé (grenailage, laser, sablage, attaque acide, etc)

[0072] Le moule (50) est thermostaté, et maintenu à une température inférieure d'au moins 130°C plus froid que le point le plus chaud de la vis d'alimentation (30).

### **Profil de températures**

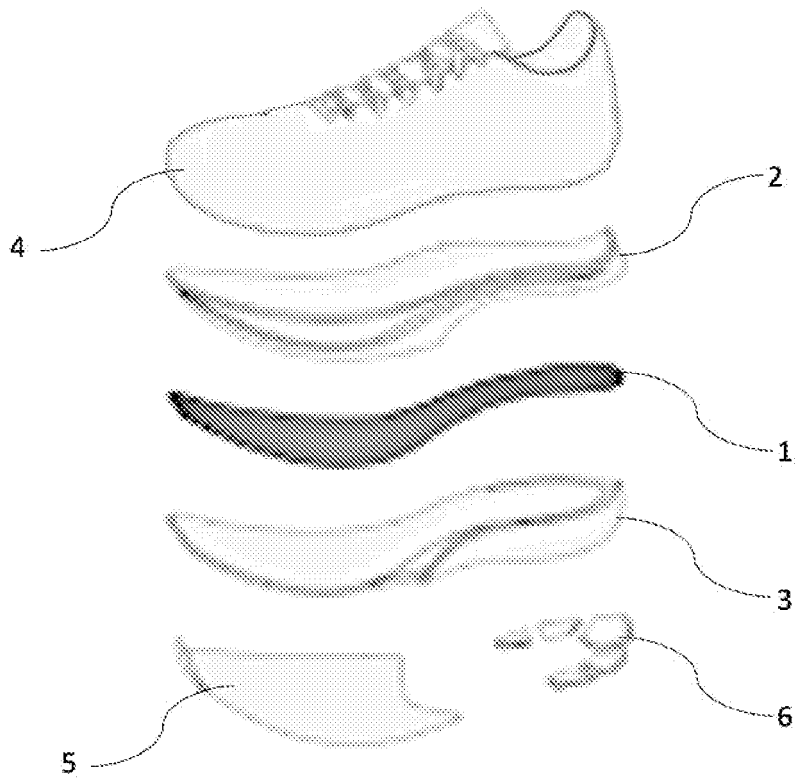
[0073] A titre d'exemple, la partie arrière du corps (20) où les granules de polymère sont introduites présente une température comprise entre 160 e 180 °C. Dans la section d'extrusion centrale du corps (20), la température augmente légèrement pour atteindre entre 170° et 190°C puis, au niveau de la chambre d'injection (22) une température de 180°C à 200°C. Au niveau des injecteurs (24), la température est de 190°C à 210°C. Le moule (50) est maintenu à une température nettement inférieure, de l'ordre de 20°C à 50°C.

## Revendications

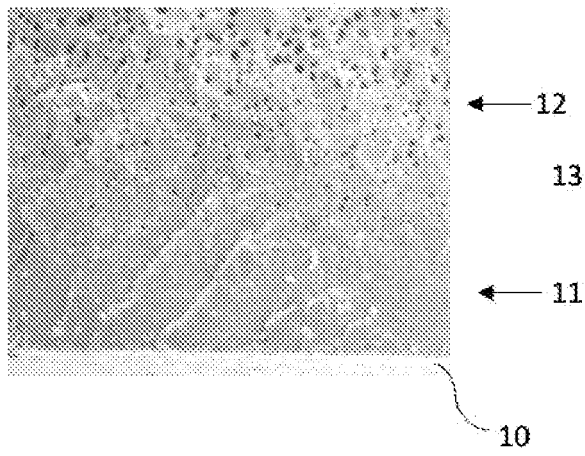
- [Revendication 1] Semelle de chaussure intermédiaire (2, 3) formée par une structure tridimensionnelle formé par un polymère expansé pour former des cavités fermées, caractérisée en ce que ledit copolymère est un copolymère unique pour l'intégralité de ladite structure tridimensionnelle, et présente une densité décroissant continument dans une direction perpendiculaire à une surface transversale médiane de référence, et en ce que ladite structure tridimensionnelle présente une pluralité de parois intérieures s'étendant entre deux surfaces opposées dans des directions majoritairement inclinées selon un angle compris entre 2° et 30° par rapport à ladite surface transversale médiane de référence et de préférence de 2° à 20°.
- [Revendication 2] Semelle de chaussure intermédiaire (2, 3) selon la revendication 1 caractérisée en ce que ladite structure tridimensionnelle présente une densité locale croissante continument sans surface singulière.
- [Revendication 3] Semelle de chaussure intermédiaire (2, 3) selon la revendication 1 caractérisée en ce que ledit copolymère unique présente une densité comprise entre 0,9 à 1,15.
- [Revendication 4] Semelle de chaussure intermédiaire (2, 3) selon la revendication 1 caractérisée en ladite structure tridimensionnelle présente une densité locale croissante continument entre une valeur comprise entre 0,15 à 0.8 au niveau des surfaces transversales, et une valeur minimale au cœur de ladite semelle au niveau de ladite surface de référence transversale médiane.
- [Revendication 5] Semelle de chaussure intermédiaire (2, 3) selon la revendication 1 caractérisée en ce que ledit copolymère unique présente une résilience supérieure à 65% et une déformation maximale supérieure à 450%.
- [Revendication 6] Semelle de chaussure intermédiaire (2, 3) selon la revendication 1 caractérisée en ce que ledit copolymère unique est un copolymère polyester-polyéther.
- [Revendication 7] Semelle de chaussure intermédiaire (2, 3) selon la revendication 1 caractérisée en ce que ledit copolymère unique est un copolymère polyéther/polyéther.
- [Revendication 8] Procédé de fabrication d'une semelle (2, 3) conforme à la revendication 1 caractérisé en ce que l'on procède à la préparation d'un polymère expansé dans une chambre d'extrusion prolongée par une chambre de malaxage débouchant dans un moule par l'intermédiaire d'une vanne

pilotée, le procédé comportant une étape d'injection à un débit supérieur à celui de l'alimentation de ladite chambre de malaxage, par au moins un point d'injection configuré pour assurer l'alimentation du moule selon un flux présentant une direction de propagation principale dans ladite surface médiane transversale.

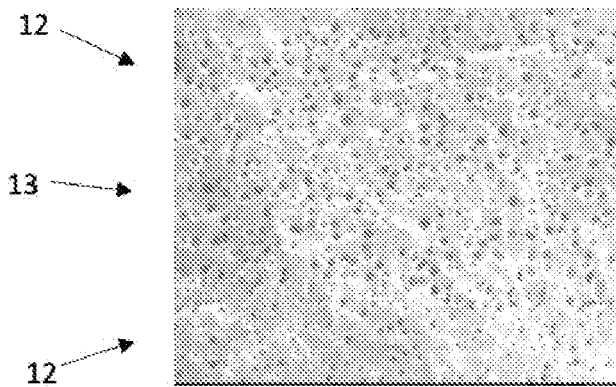
[Fig. 1]



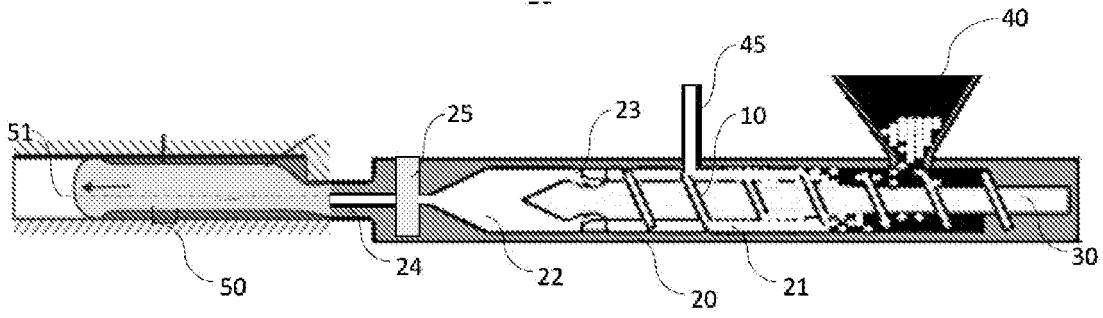
[Fig. 2]



[Fig. 3]



[Fig. 4]





**RAPPORT DE RECHERCHE  
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement  
national

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

**FA 908566**  
**FR 2206886**

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	WO 2019/178154 A1 (NIKE INNOVATE CV [US]; NIKE INC [US]) 19 septembre 2019 (2019-09-19)	1-7	A43B13/04 B29C44/42 B29D35/12 B29K71/00
A	* alinéas [0014], [0070], [0076], [0090], [0114], [0286]; figures 8A-D *	8	
X	WO 2017/006273 A1 (EUROSUOLE SPA [IT]) 12 janvier 2017 (2017-01-12)	8	
A	* alinéas [0018], [0036], [0049], [0063], [0066] *	1-7	
A	US 2018/345575 A1 (CONSTANTINOU JAY [US] ET AL) 6 décembre 2018 (2018-12-06) * alinéas [0066], [0067], [0104], [0199], [0200]; figures 10,17 *	1-8	
A	CN 111 150 173 A (WENG QIUMEI) 15 mai 2020 (2020-05-15) * figures *	1-8	
A	US 2019/039309 A1 (BUSBEE TRAVIS ALEXANDER [US] ET AL) 7 février 2019 (2019-02-07) * alinéas [0014], [0015], [0145], [0165], [0167], [0185] *	1-8	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)  A43B B29D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
24 février 2023		Ciubotariu, Adrian	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un		à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date	
autre document de la même catégorie		de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
A : arrière-plan technologique		D : cité dans la demande	
O : divulgation non-écrite		L : cité pour d'autres raisons	
P : document intercalaire		.....	
		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2206886 FA 908566**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.  
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **24-02-2023**  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
<b>WO 2019178154 A1</b>	<b>19-09-2019</b>	<b>CN 112020534 A</b>	<b>01-12-2020</b>
		<b>CN 112074563 A</b>	<b>11-12-2020</b>
		<b>EP 3765554 A1</b>	<b>20-01-2021</b>
		<b>EP 3765555 A1</b>	<b>20-01-2021</b>
		<b>EP 4151681 A1</b>	<b>22-03-2023</b>
		<b>GB 2584575 A</b>	<b>09-12-2020</b>
		<b>TW 201938633 A</b>	<b>01-10-2019</b>
		<b>US 2019276626 A1</b>	<b>12-09-2019</b>
		<b>US 2021079187 A1</b>	<b>18-03-2021</b>
		<b>US 2021238377 A1</b>	<b>05-08-2021</b>
		<b>US 2022267551 A1</b>	<b>25-08-2022</b>
		<b>WO 2019178150 A1</b>	<b>19-09-2019</b>
		<b>WO 2019178154 A1</b>	<b>19-09-2019</b>
		<b>WO 2017006273 A1</b>	<b>12-01-2017</b>
<b>CN 107920623 A</b>	<b>17-04-2018</b>		
<b>EA 201890184 A1</b>	<b>31-05-2018</b>		
<b>EP 3114953 A1</b>	<b>11-01-2017</b>		
<b>TN 2017000553 A1</b>	<b>12-04-2019</b>		
<b>TW 201714938 A</b>	<b>01-05-2017</b>		
<b>US 2018194045 A1</b>	<b>12-07-2018</b>		
<b>WO 2017006273 A1</b>	<b>12-01-2017</b>		
<b>US 2018345575 A1</b>	<b>06-12-2018</b>	<b>CN 110536620 A</b>	<b>03-12-2019</b>
		<b>CN 110678097 A</b>	<b>10-01-2020</b>
		<b>CN 114073355 A</b>	<b>22-02-2022</b>
		<b>CN 114073356 A</b>	<b>22-02-2022</b>
		<b>EP 3576563 A1</b>	<b>11-12-2019</b>
		<b>EP 3579716 A1</b>	<b>18-12-2019</b>
		<b>EP 3666107 A1</b>	<b>17-06-2020</b>
		<b>EP 3763236 A1</b>	<b>13-01-2021</b>
		<b>EP 3909461 A1</b>	<b>17-11-2021</b>
		<b>EP 3918943 A1</b>	<b>08-12-2021</b>
		<b>EP 4108118 A1</b>	<b>28-12-2022</b>
		<b>TW 201902665 A</b>	<b>16-01-2019</b>
		<b>TW 201902666 A</b>	<b>16-01-2019</b>
		<b>TW 202224912 A</b>	<b>01-07-2022</b>
		<b>TW 202224913 A</b>	<b>01-07-2022</b>
		<b>US 2018345575 A1</b>	<b>06-12-2018</b>
		<b>US 2018345576 A1</b>	<b>06-12-2018</b>
		<b>US 2020094473 A1</b>	<b>26-03-2020</b>
		<b>US 2020171742 A1</b>	<b>04-06-2020</b>
		<b>US 2020223132 A1</b>	<b>16-07-2020</b>
<b>US 2021206054 A1</b>	<b>08-07-2021</b>		
<b>US 2022040916 A1</b>	<b>10-02-2022</b>		
<b>US 2022111586 A1</b>	<b>14-04-2022</b>		

EPO FORM P0465

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2206886 FA 908566**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.  
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **24-02-2023**  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
		<b>WO 2018222964 A1</b>	<b>06-12-2018</b>
		<b>WO 2018222968 A1</b>	<b>06-12-2018</b>
-----			
<b>CN 111150173</b>	<b>A</b>	<b>15-05-2020</b>	<b>AUCUN</b>
-----			
<b>US 2019039309</b>	<b>A1</b>	<b>07-02-2019</b>	<b>CN 110891795 A</b>
		<b>EP 3585620 A1</b>	<b>17-03-2020</b>
		<b>US 2019037969 A1</b>	<b>01-01-2020</b>
		<b>US 2019039309 A1</b>	<b>07-02-2019</b>
		<b>US 2019039309 A1</b>	<b>07-02-2019</b>
		<b>WO 2018157148 A1</b>	<b>30-08-2018</b>
-----			

EPO FORM P0465

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82