

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2020/074831 A2

(43) Date de la publication internationale
16 avril 2020 (16.04.2020)

(51) Classification internationale des brevets :

B29C 33/42 (2006.01) *B29D 35/14* (2010.01)
B29C 39/02 (2006.01) *A43B 17/02* (2006.01)
B29C 39/34 (2006.01) *A61F 13/00* (2006.01)
B29C 39/12 (2006.01) *A43B 13/18* (2006.01)
B29D 35/12 (2010.01)

(74) Mandataire : **DE ROQUEMAUREL, Bruno** et al. ;
OMNIPAT, 24 Place des Martyrs de la Résistance, 13100
AIX EN PROVENCE (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2019/052404

(22) Date de dépôt international :

10 octobre 2019 (10.10.2019)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

1859463 12 octobre 2018 (12.10.2018) FR

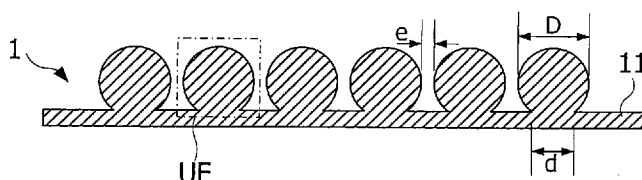
(71) Déposant : **MILLET INNOVATION** [FR/FR] ; ZA
Champgrand, BP 64, 26270 Loriol Sur Drome (FR).

(72) Inventeur : **LAURENT, Hugo** ; 111 avenue de Chabeuil,
26000 Valence (FR).

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

(54) Title: METHOD FOR PRODUCING A PROTECTIVE PANEL FOR AN AREA OF THE HUMAN BODY

(54) Titre : PROCÉDE DE FABRICATION D'UNE PLAQUETTE DE PROTECTION D'UNE ZONE DU CORPS HUMAIN



(AA')
Fig. 1B

(57) Abstract: The invention relates to a method for producing a protective panel for an area of the human body, said method comprising steps of: defining a shape of a mould using 3-D object design software, the shape of the mould being defined in a digital file and including a plurality of cavities spread across a surface (21) of the mould, said mould being designed to form a support (11) which interconnects elements (UF) formed by the cavities; producing the mould as a single piece on the basis of the digital file; choosing a polymerizable liquid that forms a viscoelastic material after polymerization, depending on the desired properties; filling the mould with the chosen polymerizable liquid; and, after at least partial polymerization of the polymerizable liquid poured into the mould, ejecting the panel (1) by means of a mechanical action aimed at separating the polymerizable viscoelastic material from the mould by elastic deformation of the panel element having an undercut.

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de fabrication d'une plaquette de protection d'une zone du corps humain, le procédé comprenant des étapes consistant à : définir une forme de moule à l'aide d'un outil logiciel de conception d'objets en 3 dimensions, la forme de moule étant définie dans un fichier numérique et comprenant une pluralité de cavités réparties sur une surface (21) du moule, le moule étant configuré pour former un support (11) liant entre eux des éléments (UF) formés par les cavités, fabriquer le moule à en seule pièce partir du fichier numérique, sélectionner un liquide polymérisable formant un matériau viscoélastique après polymérisation, en fonction de propriétés recherchées, remplir le moule à l'aide du liquide polymérisable sélectionné, et après polymérisation au moins partielle du liquide polymérisable versé dans le moule, démouler la plaquette (1) par une action mécanique visant à séparer le matériau viscoélastique polymérisé du moule par déformation élastique de l'élément de plaquette en contredépouille.



WO 2020/074831 A2

(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,
MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

- *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport (règle 48.2(g))*

PROCEDE DE FABRICATION D'UNE PLAQUETTE DE PROTECTION D'UNE ZONE DU CORPS HUMAIN

La présente invention concerne la protection d'une zone de la peau du corps humain. La présente invention vise apporter une réponse adaptée à prévenir ou atténuer diverses agressions ou pathologies susceptibles d'affecter une peau saine ou lésée et les tissus sous-jacents.

5 Il est connu d'utiliser des plaquettes à base de gel polymère tel que du gel de silicone pour réaliser une fonction de protection mécanique de la peau en assurant une répartition de charge. Cependant, les seuls paramètres susceptibles d'être ajustés lors de la fabrication de la plaquette résident dans l'épaisseur de la plaquette, et la composition du mélange à
10 polymériser pour produire la plaquette. Il s'avère que ces paramètres n'agissent que sur l'adhésivité et sur la dureté de la plaquette, la dureté définissant la fonction de protection mécanique.

Il est connu de fabriquer des plaquettes de protection à disposer sur la peau, ayant une structure particulière adaptée pour assurer une ou
15 plusieurs fonctions prédéfinies.

Ainsi, le brevet FR2808977 décrit une semelle assurant localement diverses fonctions grâce à un assemblage de trois matériaux différents présentant des propriétés mécaniques différentes, un premier matériau assurant la fonction de support des deux autres matériaux. Le second
20 matériau, à dominante absorption d'énergie, est placé dans la partie postérieure de la semelle. Le troisième matériau, à dominante restitution d'énergie, est placé dans la partie antérieure de celle-ci. Le brevet FR3031036 décrit une autre semelle ayant également une structure particulière adaptée à réaliser une fonction particulière.

25 Les procédés de fabrication devant être mis en œuvre pour obtenir de telles semelles, nécessitent un approvisionnement en divers matériaux qui doivent être découpés en fonction de la région à couvrir, puis assemblés, la méthode d'assemblage employée dépendant de la forme, des dimensions, et de la nature des matériaux à assembler. Ces procédés sont donc
30 difficilement ajustables ou adaptables pour réaliser d'autres fonctions à appliquer à d'autres régions du pied ou plus généralement à d'autres régions

du corps humain. En outre, pour pouvoir ajuster ces procédés, il apparaît nécessaire d'avoir identifié un ou plusieurs matériaux aptes à assurer les fonctions recherchées.

Il est donc souhaitable de proposer des protections de la peau du corps humain aptes à assurer diverses fonctions qui peuvent être
5 contradictoires comme, notamment des fonctions de protection mécanique contre des forces telles que des forces de compression et de cisaillement, des fonctions d'hydratation, d'absorption de la transpiration, une fonction d'adhérence à la peau, ainsi que des fonctions de stimulation des capteurs
10 cutanés et sous cutanés, notamment afin d'induire des réactions proprioceptives participant à l'équilibre du corps et à la maîtrise des mouvements. Il est également souhaitable que plusieurs de ces fonctions puissent être assurées simultanément, avec la possibilité d'obtenir une variation locale de la nature de ces fonctions, ou de certains de leurs
15 paramètres. Il est également souhaitable de proposer un procédé de fabrication de telles protection qui soit très largement adaptable pour obtenir des protections pouvant combiner très diversement ces différentes fonctions, à la fois localement et globalement.

Des modes de réalisation concernent un procédé de fabrication d'une
20 plaquette de protection d'une zone du corps humain, le procédé comprenant des étapes consistant à : définir une forme de moule à l'aide d'un outil logiciel de conception d'objets en 3 dimensions, la forme de moule étant définie dans un fichier numérique et comprenant une pluralité d'éléments de moule répartis sur une surface du moule, le moule étant configuré pour
25 former un support liant entre eux des éléments de plaquette de forme complémentaire, formés par les éléments de moule, fabriquer le moule en une seule pièce à partir du fichier numérique, sélectionner un liquide polymérisable formant un matériau viscoélastique après polymérisation, en fonction de propriétés recherchées, remplir le moule à l'aide du liquide
30 polymérisable sélectionné, et après polymérisation au moins partielle du liquide polymérisable versé dans le moule, démouler la plaquette par une action mécanique visant à séparer le matériau viscoélastique polymérisé du moule, au moins un des éléments de plaquette présentant une surface en contredépouille, la viscoélasticité du matériau polymérisé étant exploitée

pour le démoulage de la plaquette par déformation élastique de l'élément de plaquette en contredépouille.

Selon un mode de réalisation, le moule est fabriqué par un procédé de fabrication additive.

5 Selon un mode de réalisation, au moins un des éléments de plaquette présente une forme interdisant des mouvements de flexion et de basculement de l'élément de plaquette sous l'effet d'une pression exercée sur l'élément dans une direction d'écrasement voisine d'une direction perpendiculaire à une base de l'élément de plaquette.

10 Selon un mode de réalisation, le procédé comprend une première étape de remplissage partiel du moule par le liquide polymérisable, et après polymérisation au moins partielle du liquide polymérisable, une seconde étape de remplissage du moule par un autre liquide polymérisable.

15 Selon un mode de réalisation, au moins un élément de moule forme une cavité, le procédé comprenant une étape d'insertion d'un objet dans l'élément de moule en forme de cavité, après remplissage partiel de celle-ci par le liquide polymérisable, et avant une étape de remplissage complet du moule par un autre liquide polymérisable.

20 Selon un mode de réalisation, le procédé comprend des étapes de versement d'un autre liquide polymérisable dans un volume défini entre ou par les éléments de plaquette, après démoulage du matériau polymérisé, et de polymérisation au moins partielle de l'autre liquide polymérisable.

25 Selon un mode de réalisation, le procédé comprend des étapes de versement d'un autre liquide dans un volume défini entre ou par les éléments de plaquette, après démoulage du matériau polymérisé, et couverture de la surface de l'autre liquide par une couche étanche, le liquide étant choisi, parmi les liquides suivants : un liquide eutectique, un liquide ferromagnétique, un liquide contenant un principe actif sur la peau ou dans le corps humain.

30 Selon un mode de réalisation, les éléments de moule présentent le long de la surface du moule l'une des répartitions suivantes : une répartition en lignes et en colonnes transversales aux lignes, une répartition simultanée le long d'alignements orientés suivant des directions à 0°, 60° et 120°, une répartition en spirale, une répartition suivant des contours fermés.

Selon un mode de réalisation, le moule est configuré pour former dans le support des nervures reliant entre eux des éléments de plaquette adjacents.

5 Selon un mode de réalisation, un des éléments de moule est configuré pour former un élément de plaquette ayant une section de forme carrée, rectangulaire, elliptique ou polygonale, dans un plan parallèle au support autour de l'élément de plaquette.

10 Selon un mode de réalisation, le procédé comprend des étapes consistant à : réaliser des mesures morphologiques de la zone à protéger, et définir la forme du moule par sélections locales d'une forme, de dimensions et d'une répartition d'éléments de moule, en fonction des mesures morphologiques,

15 Des modes de réalisation peuvent également concerner une plaquette de protection d'une zone du corps humain, réalisée en un matériau viscoélastique, et comprenant un support et une pluralité d'éléments de plaquette déformables élastiquement, formés sur une face du support ou dans le support, la plaquette étant obtenue par le procédé tel que précédemment défini, au moins un des éléments de plaquette présentant une surface en contredépouille.

20 Selon un mode de réalisation, au moins un des éléments de plaquette présente une largeur au niveau d'une face du support inférieure à une largeur maximum de l'élément de plaquette dans un plan perpendiculaire à la direction d'écrasement.

25 Selon un mode de réalisation, les éléments de plaquette sont répartis sur la face du support de manière à ce qu'ils puissent entrer en contact les uns avec les autres par écrasement sous l'effet d'une pression exercée sur la plaquette.

30 Selon un mode de réalisation, un des éléments de plaquette présente l'une des formes suivantes : une forme sphérique liée au support par une base circulaire présentant un diamètre inférieur au diamètre de la forme sphérique et supérieur à la moitié du diamètre de la forme sphérique, une forme sphérique reliée au support par une tige cylindrique, la tige cylindrique présentant un diamètre inférieur ou égal au diamètre de la forme sphérique et supérieur à la moitié du diamètre de la forme sphérique, une forme
35 sphérique liée au support par une base circulaire présentant un diamètre

inférieur au diamètre de la forme sphérique et supérieur à la moitié du diamètre de la forme sphérique, et comportant une cavité à l'opposé de la base de la forme sphérique, une forme tronconique liée au support par une petite base ou une grande base de la forme tronconique, une forme en forme
5 de ventouse, une forme comportant une calotte sphérique reliée au support par une tige évasée vers la calotte sphérique et vers le support, une forme liée directement à des éléments de plaquette adjacents, une forme complémentaire à l'une des formes précédentes.

Selon un mode de réalisation, au moins un des éléments de plaquette
10 comporte une inclusion dans un autre matériau tel qu'un matériau thermoformable.

Des exemples de réalisation de l'invention seront décrits dans ce qui suit, à titre non limitatif en relation avec les figures jointes parmi lesquelles :

15 la figure 1A est une vue de dessus schématique d'une plaquette de protection de la peau, selon un mode de réalisation,

la figure 1B est une vue schématique en coupe suivant un plan de coupe AA', de la plaquette de la figure 1A,

20 la figure 2 est une vue schématique en coupe suivant le plan de coupe AA', d'un moule permettant de réaliser la plaquette de la figure 1A, selon un mode de réalisation,

les figures 2A, 2B sont des vues détaillées en coupe d'une partie du moule de la figure 2,

25 la figure 3A est une vue de dessus schématique de la plaquette de la figure 1A, lorsqu'elle est soumise à une certaine pression,

la figure 3B est une vue schématique en coupe suivant un plan de coupe BB', de la plaquette de la figure 3A,

30 les figures 4 à 7 représentent des courbes de variation de l'épaisseur de la plaquette de la figure 1A, en fonction d'une pression d'écrasement de la plaquette, en faisant varier différents paramètres dimensionnels de la plaquette,

la figure 8A est une vue de dessus schématique d'une plaquette de protection de la peau, selon un autre mode de réalisation,

35 la figure 8B est une vue schématique en coupe suivant un plan de coupe CC', de la plaquette de la figure 8A,

la figure 9 est une vue schématique en coupe d'une plaquette, selon un autre mode de réalisation,

la figure 10 est une vue de dessous schématique d'une plaquette de protection de la peau, selon un autre mode de réalisation,

5 les figures 11A à 11G représentent schématiquement en coupe des exemples de formes élémentaires susceptibles d'être utilisées pour réaliser une plaquette, selon d'autres modes de réalisation,

la figure 12 est une vue schématique en coupe transversale d'un moule permettant de réaliser une plaquette, selon un autre mode de réalisation,
10 réalisation,

les figures 13 et 14 sont des vues schématiques en coupe suivant un plan de coupe EE' (figure 15), d'une plaquette selon d'autres modes de réalisation,

la figure 15 est une vue schématique en coupe suivant un plan de coupe DD' de la plaquette de la figure 14,
15 coupe DD' de la plaquette de la figure 14,

les figures 16A, 16B représentent en coupe dans des plans parallèles un moule selon un autre mode de réalisation,

la figure 17 représente une plaquette obtenu à l'aide du moule des figures 16A, 16B,

20 les figures 18A, 18B sont des vues de la plaquette de la figure 17, en coupe suivant des plans parallèles FF', GG' indiqués sur la figure 17.

Les figures 1A, 1B représentent une plaquette 1 de protection de la peau du corps humain, selon un mode de réalisation. La plaquette 1 comprend un support 11 de faible épaisseur, sur ou dans lequel sont formés des éléments de plaquette UF. Dans l'exemple des figures 1A, 1B, les éléments de plaquette UF sont identiques et présentent chacun la forme d'une portion de sphère liée au support par une base dont le diamètre d est inférieur au diamètre D de la sphère, D représentant également la largeur maximum des éléments UF dans un plan parallèle au plan contenant leur base (plan tangent à la fois à une face du support 11 et à l'élément UF).
25 Dans l'exemple des figures 1A, 1B, les éléments UF sont uniformément répartis, par exemple en lignes et en colonnes, la distance e entre deux éléments UF adjacents sur une ligne ou une colonne étant constante sur toute la plaquette 1.
30

La plaquette 1 est réalisée dans un matériau viscoélastique, tel qu'un gel polymère comme le gel de silicone type PDMS (polydiméthylsiloxane), obtenu par polymérisation d'un mélange d'huiles de silicone. Grâce à cette propriété viscoélastique, la plaquette 1 peut être réalisée par moulage à l'aide d'un moule en une seule pièce comportant des contredépouilles. Ainsi, la figure 2 représente un moule 2 réalisé en une seule pièce pouvant servir à la fabrication de la plaquette 1. Le moule comprend des éléments de moule CUF en forme de cavité ayant une forme complémentaire à celle des éléments de plaquette UF, la répartition des éléments de moule CUF étant identique à celle des éléments de plaquette UF sur le support 11. Le moule 2 comporte également un rebord 22 permettant retenir le matériau de moulage versé dans le moule sous forme liquide et donc de réaliser le support 11.

Comme la largeur d de la base des éléments de plaquette UF est inférieure à la largeur D de ces derniers, la largeur de l'ouverture des éléments de moule CUF en forme de cavité est inférieure à la largeur des cavités. Il en résulte que les éléments de moule CUF présentent une contredépouille, la surface dans l'élément de moule CUF au voisinage de son ouverture présentant un angle de dépouille DA_2 négatif minimum par rapport à une direction DD de démoulage perpendiculaire au plan de l'ouverture de l'élément de moule CUF (figure 2A). Si le matériau moulé n'est pas déformable, le volume en regard de cette surface ne peut pas être démoulé. Au contraire, la surface au voisinage du fond de l'élément de moule CUF présente un angle de dépouille DA_1 positif, de sorte que le volume en regard de cette surface peut être démoulé simplement en tirant sur l'élément UF dans l'élément de moule dans la direction DD de démoulage, sans avoir à jouer sur la déformation du matériau moulé.

Selon un mode de réalisation, la capacité de déformation élastique du matériau viscoélastique moulé est exploitée pour extraire les éléments UF de leurs éléments de moule CUF respectifs, lesquels peuvent se déformer pour passer l'ouverture plus étroite des éléments de moule CUF. Il suffit pour cela de tirer sur le support 11 dans la direction DD de démoulage, après polymérisation du matériau moulé. Cette opération est à effectuer avec d'autant plus de délicatesse que le matériau moulé est fragile et que les contredépouilles sont importantes. Ainsi, l'opération de démoulage n'est possible que si l'angle de dépouille négatif minimum ne dépasse pas une

certaine valeur de seuil au-delà de laquelle le matériau moulé ne peut pas être extrait des éléments de moule CUF et se rompt au voisinage des ouvertures des éléments de moule CUF. A noter que cette valeur de seuil dépend de la dureté du matériau de moulage à l'issue de sa polymérisation, et en particulier, de sa capacité de déformation élastique avant rupture, ainsi que de la qualité plus ou moins lisse de surface du moule, de la tension superficielle relative entre le matériau et la surface du moule.

La figure 2B représente un élément de moule CUF en forme de cavité sphérique, et un élément de plaquette UF de la plaquette 1. On définit le volume VD en contredépouille comme le volume de matériau moulé en dehors du cylindre ayant pour génératrice la direction de démoulage DD et pour courbe directrice le contour de l'ouverture de l'élément de moule CUF. Il existe une relation entre l'élasticité du matériau moulé et le volume VD de matériau moulé en contredépouille que peut recevoir chaque élément de moule CUF. Autrement-dit, plus le matériau moulé est élastique, plus ce volume peut être grand par rapport au volume intérieur de l'élément de moule. L'angle de dépouille minimum DA2 dans le volume en contredépouille VD a également une influence sur la capacité du matériau moulé à être extrait des éléments de moule CUF.

Les figures 3A, 3B représentent la plaquette 1 soumise à une pression dans la direction Z, perpendiculaire au plan du support 11 (ou plus généralement un plan incluant les ouvertures des éléments de moule CUF ou des plans tangents à la fois à la face du support 11 et à un des éléments de plaquette UF). Sous l'effet d'une telle pression, les éléments de plaquette UF s'écrasent en direction du support 11. Durant cet écrasement, les éléments UF se rapprochent les uns des autres, jusqu'à entrer en contact, comme illustré sur les figures 3A, 3B. Si l'on augmente encore cette pression, la surface de contact entre les éléments UF augmente par déformation élastique de ces derniers les uns contre les autres, jusqu'à ce que le volume vide entre les éléments UF soit comblé. A noter cependant qu'il peut subsister un volume non occupé VL entre le support 11 et les éléments UF.

Les figures 4 à 7 représentent des courbes de variation de la pression d'écrasement P (en kPa) exercée sur la plaquette 1, en fonction de l'épaisseur T de la plaquette 1 (en mm), ces courbes étant obtenues en

faisant varier différents paramètres dimensionnels de la plaquette 1 et la dureté du matériau dans lequel elle est formée.

La figure 4 représente des courbes C1 à C5, la courbe C1 correspondant à une plaquette pleine (sans élément de plaquette UF), et les courbes C2 à C5 correspondant à une plaquette comportant des éléments de plaquette UF de forme sphérique, répartis sur le support 11 comme sur les figures 1A, 1B, avec un espacement e entre les éléments UF de 1 mm, le rapport d/D étant fixé à 0,75. Les courbes C2 à C5 ont été obtenues avec des éléments UF de diamètre D respectivement égaux à 2, 3, 4 et 5 mm. Les courbes C1 à C5 présentent toutes deux phases, à savoir une première phase dite de "contact" où l'écrasement de la plaquette 1 offre peu de résistance, l'épaisseur T de la plaquette 1 diminue rapidement en fonction de la pression d'écrasement), et une seconde phase, à partir d'une pression d'écrasement d'environ 30 kPa, dite de "rigidification", où l'écrasement de la plaquette augmente linéairement, plus rapidement en fonction de la pression d'écrasement. Les courbes C1 à C5 montrent que plus le diamètre D des éléments UF est grand, plus la phase de contact est longue, et donc plus l'écrasement nécessaire pour atteindre la phase de rigidification est élevé. L'allongement de la phase de contact s'explique par l'écrasement des éléments UF jusqu'à ce que l'espace entre les éléments UF soit comblé du fait de l'écrasement de ces derniers, après être entrés en contact les uns avec les autres (figures 3A, 3B). Il peut être noté que durant la phase de rigidification (entre 30 et 144 kPa), les courbes C1 à C5 présentent sensiblement une même pente. Ceci s'explique par le fait que durant cette phase, la plaquette 1 se comporte sensiblement comme une plaque homogène (sans élément UF).

Ainsi l'écrasement de la plaquette 1 n'est pas proportionnel à la pression appliquée à la plaquette. Dans le cas d'une application de la plaquette à une semelle, la phase de contact permet d'obtenir un confort "d'accueil" au moment où le pied commence à comprimer la semelle en contact avec le sol. Il ressort donc de la figure 4 que plus le diamètre des éléments de plaquette UF est grand, plus l'écrasement nécessaire pour atteindre la phase de rigidification est élevé. La phase de rigidification ne perturbe pas la stabilité posturale et ne provoque pas localement de développements excessifs de la couche cornée (kératinisation) en raison de

la répartition de charge assurée par la semelle. En cas d'hyperkératose préexistante, celle-ci sera réduite grâce à la fonction de répartition de charge de la plaquette.

La figure 5 représente des courbes C11 à C16, la courbe C11
5 correspondant à une plaquette pleine (sans élément UF), et les courbes C12 à C16 correspondant à des éléments de plaquette UF de forme sphérique, espacés de 1 mm, dont le rapport d/D est égal à 0,75. Les courbes C12 à C16 ont été obtenues avec des éléments UF de diamètre D respectivement égaux à 1,5, 2, 3, 4 et 5 mm. Les courbes de la figure 5 diffèrent de celles de
10 la figure 4 en ce qu'elles ont été obtenues avec une plaquette formée dans un matériau moulé plus dur que celui utilisé pour obtenir les courbes C1 à C5. La comparaison des courbes C11 à C16 avec les courbes C1 à C5 montre que plus le matériau moulé est dur, plus la phase de transition entre les phases de contact et de rigidification est longue et progressive. En effet,
15 dans le cas des courbes C11 à C16, il faut exercer une pression plus élevée pour déformer les éléments UF afin d'atteindre sensiblement la forme d'une plaquette homogène. Il est à noter également que plus le diamètre D des éléments UF est grand, plus cette phase de transition est longue. Ainsi, la courbe C11 atteint la phase de rigidification à environ 30 kPa, la courbe C12
20 à environ 60 kPa, la courbe C13 à environ 80 kPa, la courbe C14 à environ 100 kPa, la courbe C15 à environ 120 kPa et la courbe C16 à environ 130 kPa. Les courbes des figures 4 et 5 font apparaître que la définition de la structure de la plaquette et sa composition, permet de définir avec précision la durée de la phase de contact, permettant ainsi d'obtenir le meilleur
25 compromis possible entre une sensation d'accueil agréable, avec une potentielle instabilité, et une phase de rigidification nettement plus longue. En effet, pendant la phase de contact, le pied se pose sur une surface molle, produisant une sensation de confort, mais également une sollicitation des capteurs cutanés ou sous cutanés générant des signaux non conscients
30 influençant la posture. En outre pendant ces deux phases, les zones d'hyper appui sont soulagées par l'effet de répartition de charge produit par la plaquette.

La figure 6 représente des courbes C21 à C23, la courbe C21 étant
identique à la courbe C1 (plaquette pleine - sans élément UF), et les courbes
35 C22 et C23 étant obtenues avec des plaquettes ayant des éléments de

plaquette UF de forme sphérique, dont le diamètre D est de 4 mm, dont le rapport d/D est égal à 0,73, et dont les espacements e entre les éléments UF sont respectivement égaux à 1 et 2 mm. La courbe C22 est donc sensiblement identique à la courbe C4. En comparant les courbes C22 et
5 C23, il peut être observé que la phase de rigidification de la courbe C22 est décalée vers la droite par rapport à la courbe C21. Ceci s'explique que le volume vide entre les éléments UF est plus élevé pour la plaquette ayant généré la courbe C23 que pour la plaquette ayant généré la courbe C22, et donc la phase de contact durant laquelle se produit le comblement de ce
10 volume vide par écrasement des éléments UF est plus longue. Il ressort de la figure 6 que plus les éléments UF sont espacés, plus l'écrasement nécessaire pour atteindre la phase de rigidification est élevé.

La figure 7 représente des courbes C31 à C34, la courbe C31 étant identique à la courbe C11 (plaquette pleine - sans élément UF), et les
15 courbes C32 à C34 étant obtenues avec des plaquettes ayant des éléments de plaquette UF de forme sphérique, dont le diamètre D est de 4 mm, dont l'espacement e entre les éléments UF est égal à 1 mm, et dont les rapports d/D sont respectivement égaux à 1, 0,73 et 0,5. Lorsque le rapport d/D est égal à 1, les éléments UF sont des demi-sphères. La courbe C33 est donc
20 sensiblement identique à la courbe C15. En comparant les courbes C32 à C34, il peut être observé que la phase de contact s'allonge de la courbe C32 à la courbe C34. Ceci s'explique par le fait que le volume vide entre les éléments UF augmente si l'on diminue le rapport d/D . Il ressort donc de la figure 7 que plus le rapport d/D est petit (plus le volume vide entre les
25 éléments UF est grand), plus l'écrasement nécessaire pour atteindre la phase de rigidification est élevé.

Le support 11 peut être très fin (inférieur à 1 mm) et très élastique. Avec un tel support, la plaquette 1 peut présenter une grande capacité à épouser la forme contre laquelle elle est placée. En outre, plus le rapport d/D
30 est faible, plus les éléments de plaquette UF peuvent se déplacer latéralement et donc peuvent absorber des mouvements latéraux (mouvements de cisaillement en surface), tout en limitant les effets de glissement. La plaquette 1 peut donc être très efficace pour éviter les échauffements dus aux frottements.

Selon un mode de réalisation, le moule 2 est fabriqué par une technique de fabrication additive (communément appelée "impression 3D"). Cette technique présente de nombreux avantages. Elle permet de fabriquer facilement des moules avec des surfaces en contredépouille. La forme du moule peut être définie à l'aide d'un outil logiciel de conception de formes en 3D, qui permet d'ajuster un grand nombre de paramètres comme la forme, les dimensions et la répartition des éléments de moule CUF à la surface 21 du moule, non seulement pour l'ensemble d'un moule, mais également localement. Ainsi, la forme et les dimensions de chaque élément de moule CUF peuvent être ajustées individuellement. La répartition des éléments de moule CUF sur la surface 21 du moule peut être également ajustée sur toute la plaquette 1 ou localement. Par exemple, les éléments de moule peuvent être répartis sur la surface 21 du moule en étant alignées simultanément selon des directions à 0°, 60° et 120°, ou le long d'une spirale, ou le long de contours fermés (par exemple des cercles ou des ellipses concentriques), ou encore en fonction de la forme et/ou des dimensions des éléments de moule CUF. Cette répartition peut également être définie aléatoirement. Le nombre d'éléments de moule CUF par unité de surface sur la surface 21 du moule 2 peut être également ajusté localement. En outre, le support 11 peut présenter une épaisseur constante plus ou moins grande, ou qui varie localement. Tous ces paramètres dimensionnels et de répartition forment un grand nombre de degrés de liberté sur lesquels on peut agir globalement ou localement pour obtenir des propriétés particulières de la plaquette qui peuvent varier localement. Un autre degré de liberté réside dans la dureté du matériau formant la plaquette. Dans le cas d'un gel polymère, la dureté du matériau peut être ajustée en ajustant le degré de polymérisation de celui-ci ou la composition du mélange à polymériser. Dans le cas d'un gel de silicone, le degré de polymérisation du matériau peut être défini en ajustant les proportions des huiles de silicone formant le mélange à polymériser qui est coulé dans le moule 2.

Dans une application de la plaquette 1 à une semelle pour le pied, les pressions exercées par le pied sur la semelle varient en fonction de la partie du pied considérée, en position statique et lorsque l'on marche ou court, durant le déroulé du pas. L'ajustement des caractéristiques de la plaquette 1 peut tenir compte de ces variations.

Selon un mode de réalisation, le procédé de fabrication de la plaquette comprend des étapes consistant à :

- définir une forme de moule en une seule pièce à l'aide d'un outil logiciel de conception d'objets en 3 dimensions, en fonction de propriétés recherchées, la forme de moule étant définie dans un fichier numérique,
- fabriquer le moule à partir du fichier numérique, de préférence à l'aide d'un procédé de fabrication additive,
- sélectionner un liquide polymérisable formant un matériau viscoélastique après polymérisation, en fonction de propriétés recherchées,
- remplir le moule à l'aide du liquide polymérisable sélectionné, et
- après polymérisation au moins partielle du liquide polymérisable versé dans le moule, démouler le matériau polymérisé par une action mécanique visant à séparer le matériau viscoélastique polymérisé du moule.

Le remplissage du moule et la polymérisation peuvent être réalisés en plusieurs temps. Dans un premier temps, seules les éléments de moule CUF sont remplis d'un premier liquide polymérisable. Dans un second temps, après polymérisation au moins partielle du premier liquide, le restant du moule 2, y compris la partie du moule correspondant au support 11, est rempli d'un second liquide polymérisable. De cette manière, la dureté de la plaquette 1 peut varier entre ses deux faces. Il peut être envisagé par exemple de réaliser une couche très dure pour former tout ou partie du support 11.

Dans le cadre de la conception et fabrication d'une plaquette de protection d'une zone du corps humain, telle qu'une semelle pour le pied, la définition du moule 2 peut prendre en compte la morphologie de la zone du corps humain à protéger et les variations des informations proprioceptives le long de la surface de la plaquette, en fonction de mesures réalisées sur la personne à qui est destinée la plaquette. Dans le cas d'une semelle par exemple, la répartition des éléments de plaquette UF peut être définie de manière à permettre une stabilisation en pronosurpination, par exemple en formant une cuvette pour le talon, et une décharge en regard d'une zone d'hyperpression, par exemple le long de l'épine calcanéenne ou en cas de métatarsalgie. Des liens (nervures) entre les éléments UF peuvent également être prévus pour limiter globalement ou localement des

mouvements transverses dans certaines directions et consolider la liaison entre les éléments UF et le support 11. Des variations de formes et/ou dimensionnelles locales des éléments UF peuvent être prévues pour obtenir localement des propriétés mécaniques plus ou moins absorbantes d'énergie
5 ou au contraire restituant plus ou moins l'énergie (propulsives). Un effet massant produit par les éléments UF peut également être obtenu, en ajustant localement la répartition des éléments UF.

La plaquette peut être conçue pour offrir des effets proprioceptifs grâce aux éléments de plaquette UF qui peuvent exercer localement des
10 pressions plus ou moins prononcées sur la peau et les tissus sous-jacents. La pression ainsi exercée par un élément UF peut être augmentée en prévoyant de former autour de cet élément, des éléments adjacents moins proéminents.

Les figures 8A, 8B représentent une plaquette 3 de protection de la
15 peau du corps humain, selon un autre mode de réalisation. La plaquette 3 diffère de la plaquette 1 en ce qu'elle comprend un support 31 comportant des nervures 32, 33 reliant chacune deux éléments de plaquette UF adjacents de la plaquette 3, les nervures 32 étant perpendiculaires aux nervures 33. A noter que la plaquette 3 peut ne comporter que des nervures
20 dans une seule direction, par exemple seulement les nervures 32 ou 33, ou bien d'autres nervures dans des directions diagonales. Il peut également être prévu que seuls les éléments UF situés dans une région de la plaquette sont reliés par des nervures dans une seule ou dans plusieurs directions.

La figure 9 représente la plaquette 1, sur laquelle a été coulée une
25 couche 16 remplissant partiellement ou totalement le volume entre les éléments de plaquette UF. La couche 16 est donc formée après l'opération de démoulage de la plaquette 1. La couche 16 peut être réalisée dans le même matériau que le support 11 ou un autre matériau, par exemple un autre matériau viscoélastique plus mou ou plus dur et/ou plus adhésif que le
30 matériau formant le support 11 et les éléments UF. Ainsi, il est possible de rendre la plaquette plus adhésive, sans modifier sensiblement sa dureté, sachant que plus les gels de silicone sont adhésifs moins ils sont durs. La couche 16 peut également permettre de renforcer la liaison entre les éléments UF et le support 11, en limitant l'amplitude des déplacements
35 latéraux de ceux-ci en réponse à des forces de cisaillement, cette fonction de

renfort augmentant avec la dureté et l'épaisseur de la couche 16. Si le matériau formant la couche 16 est plus mou que celui formant la plaquette 1, il a tendance à remonter entre les éléments UF, lorsque la plaquette 1' est écrasée.

5 Il peut être observé que la surface de contact entre la plaquette 1 et la couche 16 est notablement plus grande qu'en l'absence des éléments de plaquette UF. Il en résulte une plus grande cohésion entre la plaquette 1 et la couche 16, cette cohésion est encore plus élevée si l'interface entre les éléments de plaquette UF et la couche 16 présente des contredépouilles.
10 Cette cohésion peut encore être augmentée par le choix des matériaux constituant la plaquette 1 et la couche 16. En effet, certains matériaux présentent des affinités entre eux, par exemple les matériaux à base d'huiles de silicone.

Selon un mode de réalisation, la couche 16 est réalisée dans un
15 matériau différent de celui de la plaquette 1', afin d'éviter une migration d'huile entre le support 11 et la couche 16, une telle migration entraînant avec le temps une altération des propriétés d'origine des deux matériaux.

Selon un mode de réalisation, la couche 16 peut être formée sur la
20 plaquette 1 de manière à emprisonner une couche dans un autre matériau qui peut être gazeux, liquide ou solide.

Il est à noter que lorsque le moule 2 est fabriqué par une technique de fabrication additive, la surface de moulage notamment dans les éléments de moulage CUF présente des irrégularités dues à la technique de fabrication employée formant un empilement de couches. Ces irrégularités augmentent
25 la surface de contact entre la plaquette 1 et la couche 16 et donc la cohésion entre celles-ci. Selon un mode de réalisation, l'épaisseur des couches de matière superposées pour former le moule 2 est ajustée avant la fabrication de ce dernier, sachant que les irrégularités de surface du moule augmentent avec l'épaisseur de ces couches. Il convient cependant de considérer que
30 moins la surface de moulage est lisse, plus le démoulage est difficile. Dans le cas de la formation de la couche 16, il s'agit donc de trouver un compromis entre la précision de la fabrication du moule (épaisseur des couches superposées) et la force de liaison entre la plaquette 1 et la couche 16.

Selon d'autres modes de réalisation, la couche 16 peut être liquide, et
35 enfermée de manière étanche par une couche solide disposée sur la couche

16. Le liquide formant la couche 16 peut être par exemple un liquide eutectique pour emmagasiner du chaud ou du froid, ou un liquide ferromagnétique, ou encore un liquide contenant un principe actif sur la peau, susceptible de se diffuser vers la peau au travers du support 11 ou de la couche solide sur la couche 16.

La figure 10 représente une plaquette 4, dans lequel le support est ajouré et forme un quadrillage de barrettes parallèles 42 et de barrettes perpendiculaires 43 aux barrettes 42, les éléments de plaquette UF étant positionnés sur les zones de jonction entre les barrettes 42 et les barrettes 43. Alternativement, le support peut être ajouré simplement en prévoyant des orifices traversant le support dans les espaces entre quatre éléments UF adjacents. La présence d'orifices entre les éléments UF rend la plaquette 1 plus légère, plus étirable et moins occlusive, ce qui peut être utile pour favoriser l'évacuation de la transpiration.

Selon un mode de réalisation, la plaquette 4 présente la forme d'une semelle pour le pied, et est recouverte, du côté des éléments de plaquette UF, d'une première membrane de matériau absorbant l'humidité, d'une épaisseur de l'ordre de 0,2 mm à 1 mm. La première membrane est par exemple en polyéthylène microporeux chargé en silice, par exemple le matériau disponible dans le commerce sous la marque AEROSHOES®. Il s'avère que les huiles libres (non polymérisées) de silicone ont la propriété d'être très avides de silice. Elles sont donc immédiatement aspirées dans la membrane lors de la mise en contact de celle-ci avec la plaquette 1, 3, 4. Il se crée alors des ponts au sein du matériau microporeux entre les terminaisons des molécules de PDMS et la silice. Ces ponts forment des liaisons mécaniques très résistantes. La résistance de la fixation de la pièce sur la feuille est renforcée par ces ponts qui sont en nombre très important du fait de la grande surface développée de contact entre le gel polymère et la feuille. La semelle ainsi obtenue présente à la fois des propriétés mécaniques d'amortissement de confort, ainsi que des propriétés d'évacuation de l'humidité exceptionnelles, en raison de la présence de la première membrane et de la présence d'un volume vide important entre les éléments de plaquette UF. La face arrière de la plaquette 4 peut également être recouverte par une seconde membrane réalisée dans le même matériau que la première membrane.

Selon un autre mode de réalisation, les dimensions de la plaquette sont étendues pour former un drap anti-escarres. En effet, pour réaliser une plaquette ayant des dimensions étendues, plusieurs moules peuvent être juxtaposés, par exemple en prévoyant un profil d'assemblage entre les moules adjacents. La seule difficulté pour réaliser une plaquette de grande surface réside dans le maintien des moules parfaitement horizontaux dans un même plan. Il est donc possible de réaliser un tel drap afin qu'il présente la capacité de mieux répartir la pression subie par un corps humain allongé sur un lit, que des draps conventionnels. Il s'avère également qu'un tel drap présente une remarquable capacité à s'adapter aux formes du corps, quelles que soient les courbures, sans formation de plis. En raison de la structure de la plaquette avec les éléments de plaquette UF, les points de pression du corps souvent mis en cause dans le cas des escarres (en regard du coccyx, des crêtes iliaques, du talon, ...) subissent une pression moins importante, ce qui diminue le risque d'apparition d'escarres. Il est à noter que la surface totale d'appui du corps sur un drap en position allongée est relativement grande. Certaines formes d'éléments de plaquette UF pourraient soutenir le poids du corps sans complètement s'écraser sur le support 11, même en étant relativement molles. La présence de volume vide entre la peau et le support 11, maintenu par les éléments UF, permet également d'assurer une meilleure ventilation et ainsi une meilleure évacuation de la transpiration qui tend à favoriser l'apparition des escarres. Enfin, la forme et la rigidité des éléments UF peuvent être prévues pour rendre ces derniers relativement mobiles et durs, dans le but d'obtenir un effet massant permettant une stimulation sanguine des zones à risques. Par une combinatoire appropriée des caractéristiques propres des éléments de plaquette et de celles du matériau coulé 16 entre ces éléments, il est possible de restaurer la vaso dilatation induite par la pression (PIV) chez des personnes diabétiques ou artéritiques. Par ailleurs, la possibilité d'adapter localement les propriétés d'un tel drap en fonction des zones d'appui s'avère particulièrement intéressante.

Un tel effet massant produit par la plaquette peut avoir d'autres applications. Par exemple, la plaquette peut être intégrée à des bas pour assurer cette fonction de massage par compression sur les cuisses et en suivant les lignes de Langer.

D'autres formes peuvent être envisagées pour les éléments de plaquette UF. Ainsi, les figures 11A à 11F présentent différents exemples de formes alternatives pour les éléments UF. La figure 11A représente un élément de plaquette UF1 ayant une forme cylindrique. La face supérieure
5 de l'élément UF1 peut être par exemple sphérique ou plane.

La figure 11B représente un élément de plaquette UF2 ayant une partie sphérique reliée au support 11 par une partie cylindrique ayant un diamètre inférieur à celui de la partie sphérique. Selon un mode de réalisation, les dimensions des parties cylindrique et sphérique sont
10 ajustables. Ainsi, le diamètre de la partie cylindrique peut être ajusté entre la moitié et la totalité du diamètre de la partie sphérique.

La figure 11C représente un élément de plaquette UF3 qui diffère de l'élément UF en ce que la partie sphérique présente une cavité sphérique 12 s'ouvrant dans une direction opposée à la direction du support 11. La
15 présence de la cavité sphérique 12 permet notamment d'étendre la phase de contact à des pressions plus élevées. Selon la forme de l'ouverture de la cavité sphérique 12, il est possible d'obtenir un effet de ventouse

La figure 11D présente un élément de plaquette UF4 présentant une forme tronconique, en contact avec le support 11 par la petite base de la
20 forme tronconique. A noter que dans un autre exemple de réalisation, la forme tronconique peut être liée au support 11 par sa grande base.

La figure 11E présente un élément de plaquette UF5 en forme de ventouse. Il peut également être prévu de former la ventouse sur une base cylindrique liée au support 11.

La figure 11F présente un élément de plaquette UF6 qui diffère de l'élément UF en ce que la partie sphérique renferme un élément 15 formé dans un autre matériau, par exemple de forme sphérique. L'élément UF6 peut par exemple être obtenu en réalisant la phase de moulage en deux
25 étapes, l'élément 15 étant inséré dans au moins un élément de moule CUF en forme de cavité, du moule 2 pendant la polymérisation d'un matériau remplissant au moins partiellement l'élément de moule, pour former un support de l'élément 15.
30

Selon un mode de réalisation, l'élément 15 est réalisé dans un matériau thermoplastique à basse température, tel que le polycaprolactone,
35 afin de rendre la plaquette thermoformable dans une certaine mesure. Selon

un autre mode de réalisation, l'élément 15 peut comprendre un liquide eutectique conférant à la plaquette des capacités d'accumulation de calories ou de frigories.

5 La figure 11G présente un élément de plaquette UF7 comprenant une calotte sphérique supérieure élargie reliée au support 11 par un pied qui s'évase vers la calotte supérieure et vers le support.

10 Il est à noter que les éléments de plaquette UF, UF1 à UF7 ne présentent pas nécessairement une symétrie de révolution suivant un axe perpendiculaire au support 11, mais peuvent également présenter toute autre forme, par exemple une forme cylindrique s'étendant suivant un axe perpendiculaire au plan des figures 1B, 11A à 11G, ou bien une section de forme carrée, rectangulaire, elliptique ou polygonale, dans un plan parallèle au plan tangent à la face du support 11 autour de l'élément de plaquette.

15 Parmi les formes d'élément de plaquette présentées, les formes UF, UF2-UF7 avec contredépouille permettent de réaliser sur le support 11 une couche globalement moins dense entre le support et une couche globalement plus dense comportant les parties supérieures (plus larges) des éléments de plaquette. Les formes avec contredépouille permettent d'obtenir l'effet d'accueil précédemment décrit, allongeant la phase de contact précédant la phase de rigidification, la phase de contact correspondant à l'enfoncement de la couche globalement plus dense dans la couche globalement moins dense. Par ailleurs, les formes UF, UF3, UF5, UF6 et UF7 apparaissent moins sujettes à une flexion, et ont tendance à s'écraser dans la direction d'exercice de la pression lorsque celle-ci est voisine (à + ou 20 -10° près, voire davantage) de la direction Z perpendiculaire au plan tangent au support 11 autour de l'élément de plaquette considéré. Ces formes présentent donc un comportement prévisible sous l'effet d'une pression exercée sur la plaquette 1. Au contraire, les formes UF1, UF2 et UF4 peuvent, sous l'effet d'une pression exercée dans une direction voisine de la direction Z (y compris la direction Z), fléchir ou se plier dans une autre direction, et pas seulement s'écraser dans la direction d'application de la pression. Le comportement de ces formes sous l'effet d'une pression exercée dans des directions voisines de la direction Z est donc moins 30 prévisible.

Selon un mode de réalisation, le moule présente la forme de la plaquette 1 et réciproquement la plaquette obtenue par un tel moule présente la forme du moule 2. Ainsi la figure 12 représente un moule 25 comportant des éléments de moule CUF1 présentant chacun la forme d'une portion de sphère de diamètre D, liés à un fond de moule 26 par une base circulaire de diamètre d. Les éléments de moule CUF1 présentent une hauteur H au-dessus du fond 26 du moule, et sont espacés les uns des autres d'une distance e. Le moule 25 peut également comprendre un rebord 27 dont la hauteur est adaptée à retenir une certaine hauteur de matériau de moulage versée sous forme liquide dans le moule 25. Le rapport d/D du diamètre d de la base des éléments de moule CUF1 sur le diamètre D des éléments de moule peut être choisi entre 1 et une valeur dépendant de la capacité du matériau moulé à se déformer élastiquement.

Les figures 13, 14 et 15 représentent des plaquettes 5, 5' obtenues à l'aide du moule 25, le moule ayant été rempli du matériau de moulage à différentes hauteurs. Les plaquettes 5, 5' comprennent un support 51, 51' dans lequel sont formés les éléments de plaquette UF8, UF8' en forme de cavité sphérique. Sur la figure 13, le moule 25 a été rempli du matériau de moulage à une hauteur supérieure à la hauteur H des éléments de moule CUF1 au-dessus du fond 26 du moule. Ainsi les éléments de plaquette UF8 formés dans la plaquette 5 sont des cavités présentant une ouverture d'un côté de la plaquette 5 dont la largeur d est inférieure à la largeur D des cavités. Sur les figures 14, 15, la hauteur de remplissage du moule 25 a été inférieure à la hauteur H des éléments de moulage CUF1. Les éléments de plaquette UF8' ainsi formés dans la plaquette 5' sont donc des cavités sphériques ouvertes sur les deux faces opposées de la plaquette 5'. Sur les figures 13 et 14, la base des éléments de plaquette UF8, UF8' est formée par l'intersection entre l'élément de plaquette et l'une des faces du support 51, 51' où débouche la cavité formée par l'élément de plaquette.

Après démoulage, les éléments de plaquette UF8, UF8' peuvent être remplis d'un ou plusieurs autres matériaux de moulage polymérisable, sous forme liquide. Le matériau dans les éléments de plaquette UF8, UF8' peut après polymérisation être plus mou ou plus dur que le matériau formant la plaquette 5, 5'. Cette structure de plaquette peut ainsi permettre de reproduire la structure du capiton plantaire humain.

Selon d'autres modes de réalisation, les formes UF1-UF7 décrites en référence aux figures 11A à 11G sont considérées comme des éléments de moule, les éléments de plaquette étant alors des cavités ayant ces formes.

5 Les figures 16A, 16B représentent un moule 28 selon un autre mode de réalisation. Le moule 28 permet de former une plaquette dans laquelle les éléments de plaquette adjacents sont directement liés entre eux, de sorte qu'ils incluent chacun une partie du support de la plaquette. Le moule 28 comprend des éléments de moule CUF2 en forme de portion de cavité, serrés les uns contre les autres au point de se rejoindre de sorte que les
10 cavités débouchent les unes dans les autres par des passages 29 ouverts sur le dessus du moule 28. Dans l'exemple des figures 16A, 16B, les éléments de moule CUF2 présentent la forme d'une portion de sphère, la partie supérieure (par rapport aux figures) des sphères jusqu'aux ouvertures 29 étant absente.

15 Les figures 17, 18A, 18B représentent une plaquette 6 obtenue à l'aide du moule 28. La plaquette 6 comporte une face supérieure plane correspondant à la surface supérieure du matériau de moulage et une face inférieure formée d'éléments de plaquette UF9 juxtaposés, les éléments UF9 étant liés entre eux par des parties 61 correspondant aux ouvertures 29 du
20 moule 28. Les éléments UF9 sont répartis en ligne et en colonnes de manière à ce que quatre éléments UF9 adjacents entre eux délimitent un orifice traversant la plaquette 62 présentant une section dans le plan de la plaquette 6 en forme d'astroïde dont les côtés sont des arcs de cercle si les éléments UF9 sont des portions de sphère. Il peut être considéré que le
25 support 61 de la plaquette 6 est constitué par la partie s'étendant depuis la face plane 62 de la plaquette jusqu'à un plan parallèle P, tangent aux parties reliant les éléments UF9 entre eux.

Comme précédemment, la forme de plaquette 6 peut être utilisée pour former un moule.

30 Il apparaîtra clairement à l'homme de l'art que la présente invention est susceptible de diverses variantes de réalisation et diverses applications. En particulier, l'invention ne s'applique pas uniquement à la protection de la peau du corps humain. En effet, les plaquettes précédemment décrites peuvent présenter de nombreuses propriétés, liées aux caractéristiques
35 géométriques des plaquettes ou du ou des matériaux formant les plaquettes.

Ces propriétés peuvent être exploitées dans de nombreux autres domaines. Ainsi, par exemple, les plaquettes peuvent être utilisées pour former une couche antidérapante ou de protection contre des températures excessives.

Par ailleurs, dans certaines applications, il peut être utile de mettre en
5 œuvre au moins localement sur un support des éléments de plaquette (tels que UF1) ayant une forme sans contredépouille. Par exemple, les formes d'éléments UF et UF1 peuvent être alternées dans une direction ou dans plusieurs directions du plan du support 11. Plus généralement, différentes formes d'éléments de plaquette UF, UF1-UF7 peuvent être réalisées sur un
10 même support. Par exemple, des éléments plus petits de forme choisie peuvent être formés entre deux ou quatre éléments adjacents.

Dans certaines applications, il peut être souhaitable d'empêcher tout déplacement latéral des éléments de plaquette UF dans une direction. Il peut alors être choisi de réaliser sur le support 11 des éléments de plaquette
15 ayant une forme cylindrique dont l'axe est parallèle au plan du support 11, la section droite de la forme cylindrique pouvant être circulaire avec une base liée au support ayant une largeur moindre ou égale au diamètre de la forme cylindrique. Il est à noter que les éléments de plaquette UF8, UF8' dérivés des éléments UF (en inversant les formes de moule et de plaquette) et ceux
20 qui peuvent être dérivés de la même manière des éléments de plaquette UF1-UF7 ne peuvent pas subir de basculement.

Le support 11 peut également présenter une épaisseur irrégulière.

REVENDICATIONS

1. Procédé de fabrication d'une plaquette de protection d'une zone du corps humain, le procédé comprenant des étapes consistant à :

5 définir une forme de moule (2, 25) à l'aide d'un outil logiciel de conception d'objets en 3 dimensions, la forme de moule étant définie dans un fichier numérique et comprenant une pluralité d'éléments de moule (CUF, CUF1) répartis sur une surface (21, 26) du moule, le moule étant configuré pour former un support (11) liant entre eux des éléments de plaquette (UF) de forme complémentaire, formés par les éléments de moule,

10 fabriquer le moule en une seule pièce à partir du fichier numérique, sélectionner un liquide polymérisable formant un matériau viscoélastique après polymérisation, en fonction de propriétés recherchées, remplir le moule à l'aide du liquide polymérisable sélectionné, et après polymérisation au moins partielle du liquide polymérisable versé dans le moule, démouler la plaquette (1) par une action mécanique visant à

15 séparer le matériau viscoélastique polymérisé du moule, au moins un des éléments de plaquette (UF) présentant une surface en contredépouille, la viscoélasticité du matériau polymérisé étant exploitée pour le démoulage de la plaquette par déformation élastique de l'élément de plaquette en contredépouille.

20

2. Procédé selon la revendication 1, dans lequel le moule (2, 25) est fabriqué par un procédé de fabrication additive.

25 3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel au moins un des éléments de plaquette (UF, UF3, UF5, UF6, UF8, UF8') présente une forme interdisant des mouvements de flexion et de basculement de l'élément de plaquette sous l'effet d'une pression exercée sur l'élément dans une direction d'écrasement voisine d'une direction (Z) perpendiculaire à une base de l'élément de plaquette.

30

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, comprenant :
une première étape de remplissage partiel du moule (2, 25) par le liquide polymérisable, et

après polymérisation au moins partielle du liquide polymérisable, une seconde étape de remplissage du moule par un autre liquide polymérisable.

5 5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel au moins un élément de moule (CUF) forme une cavité, le procédé comprenant une étape d'insertion d'un objet (15) dans l'élément de moule (CUF) en forme de cavité, après remplissage partiel de celle-ci par le liquide polymérisable, et avant une étape de remplissage complet du moule par un autre liquide polymérisable.

10

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, comprenant des étapes de versement d'un autre liquide polymérisable (16) dans un volume (VL, VL1, VL1') défini entre ou par les éléments de plaquette (UF, UF1-UF8'), après démoulage du matériau polymérisé, et de polymérisation au moins partielle de l'autre liquide polymérisable.

15

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, comprenant des étapes de versement d'un autre liquide dans un volume (VL, VL1, VL1') défini entre ou par les éléments de plaquette (UF), après démoulage du matériau polymérisé, et couverture de la surface de l'autre liquide par une couche étanche, le liquide étant choisi, parmi les liquides suivants :

20

un liquide eutectique,

un liquide ferromagnétique,

25 un liquide contenant un principe actif sur la peau ou dans le corps humain.

25

8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, dans lequel les éléments de moule (CUF, CUF1) présentent le long de la surface (21, 26) du moule (2, 25) l'une des répartitions suivantes :

30

une répartition en lignes et en colonnes transversales aux lignes,

une répartition simultanée le long d'alignements orientés suivant des directions à 0°, 60° et 120°,

une répartition en spirale,

une répartition suivant des contours fermés.

35

9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel le moule (2) est configuré pour former dans le support (31) des nervures (32, 33) reliant entre eux des éléments de plaquette (UF) adjacents.

5 10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 9, dans lequel un des éléments de moule (CUF, CUF1) est configuré pour former un élément de plaquette (UF, UF1-UF8') ayant une section de forme carrée, rectangulaire, elliptique ou polygonale, dans un plan parallèle au support (11, 31, 42-43, 51, 51') autour de l'élément de plaquette.

10

11. Procédé selon l'une des revendications 1 à 10, comprenant des étapes consistant à :

réaliser des mesures morphologiques de la zone à protéger, et
définir la forme du moule par sélections locales d'une forme, de
15 dimensions et d'une répartition d'éléments de moule, en fonction des mesures morphologiques,

12. Plaquette de protection d'une zone du corps humain, réalisée en un matériau viscoélastique, et comprenant un support (11) et une pluralité
20 d'éléments de plaquette (UF, UF1-UF8') déformables élastiquement, formés sur une face du support ou dans le support (11, 31, 42-43, 51, 51'),

caractérisée en ce que la plaquette est obtenue par le procédé selon l'une des revendications 1 à 11, au moins un des éléments de plaquette (UF, UF1-UF8') présentant une surface en contredépouille.

25

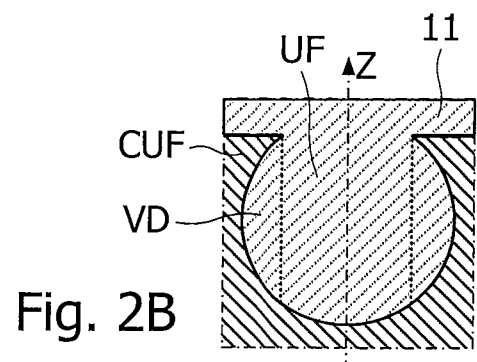
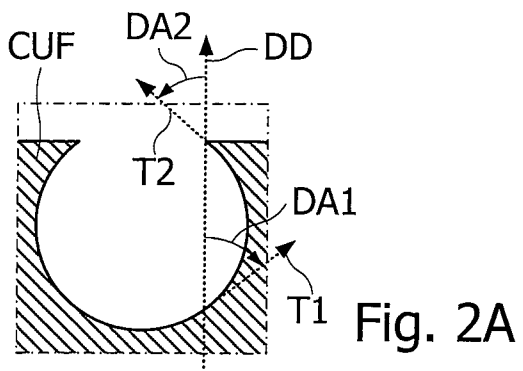
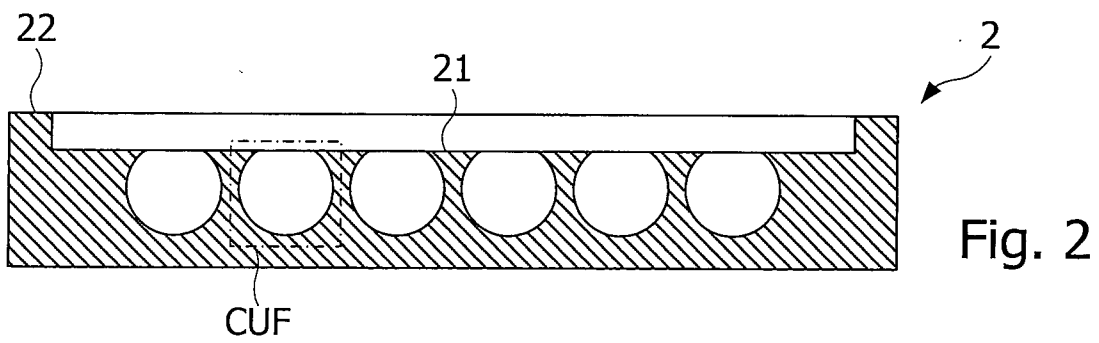
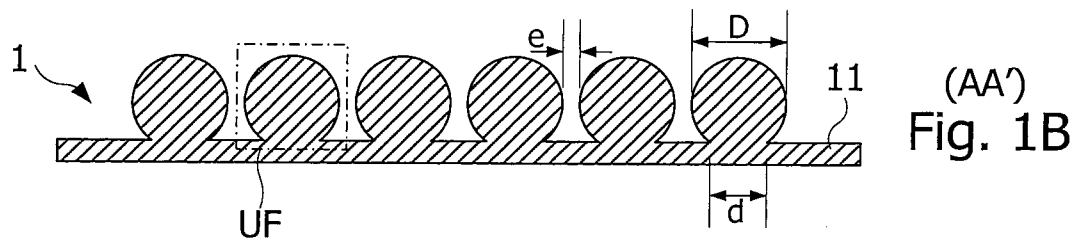
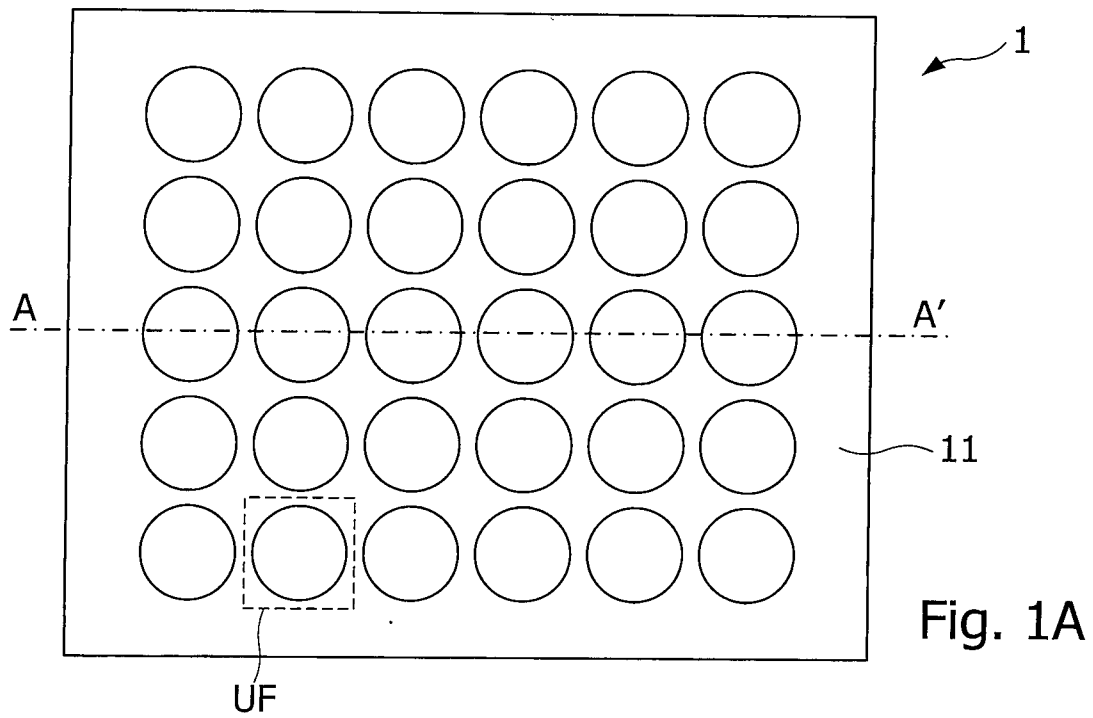
13. Plaquette selon la revendication 12, dans laquelle au moins un des éléments de plaquette (UF, UF2-UF8') présente une largeur (d) au niveau d'une face du support (11, 31, 42-43, 51, 51') inférieure à une largeur maximum (D) de l'élément de plaquette dans un plan perpendiculaire à la
30 direction d'écrasement (Z).

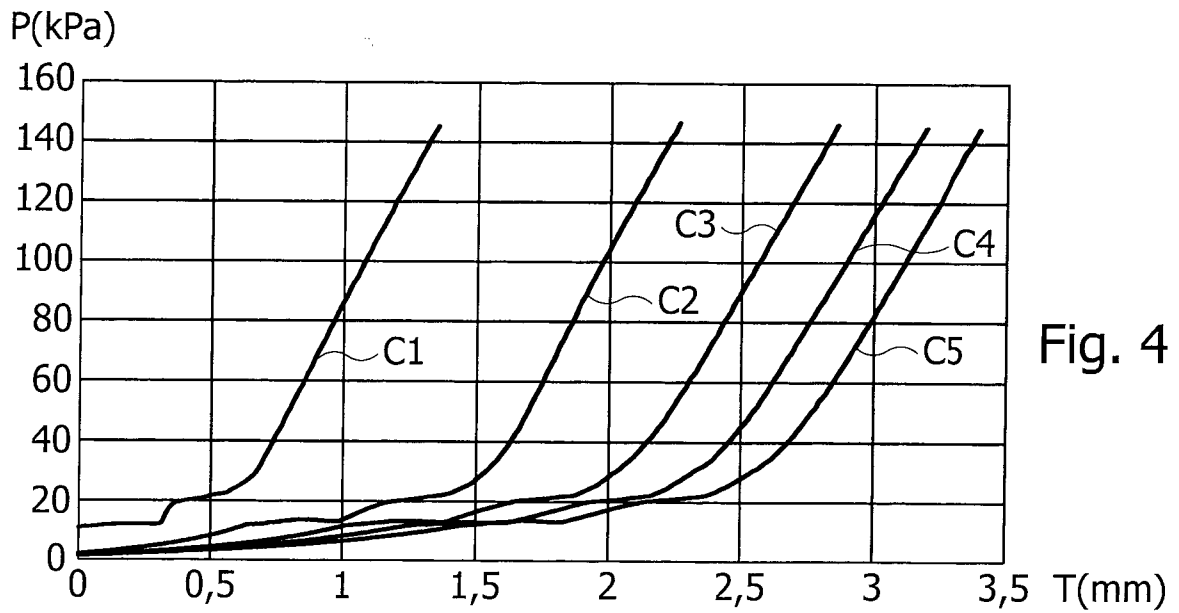
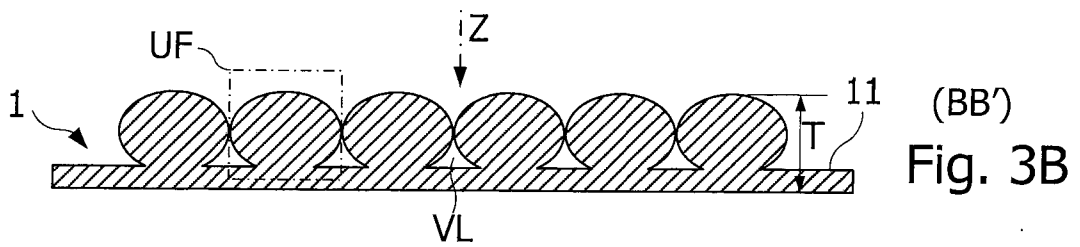
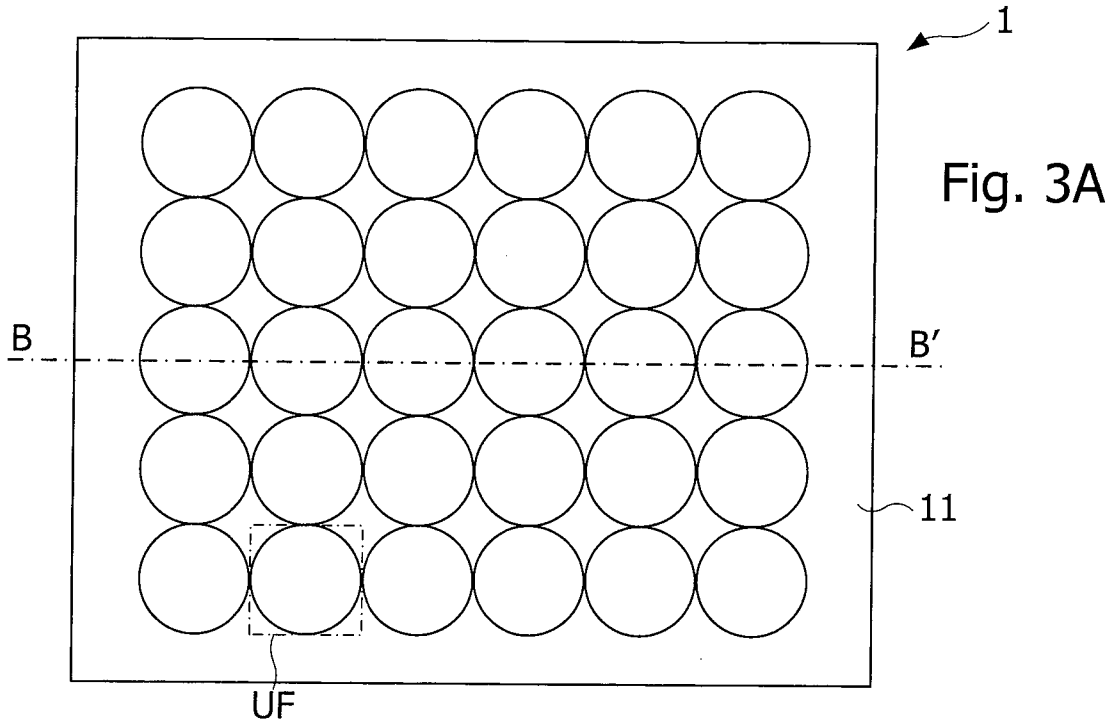
14. Plaquette selon la revendication 12 ou 13, dans laquelle les éléments de plaquette (UF, UF2-UF8') sont répartis sur la face du support (11, 31, 42, 43, 51, 51') de manière à ce qu'ils puissent entrer en contact les

uns avec les autres par écrasement sous l'effet d'une pression exercée sur la plaquette.

15. Plaquette selon l'une des revendications 12 à 14, dans laquelle un
- 5 des éléments de plaquette (UF) présente l'une des formes suivantes :
- une forme sphérique (UF) liée au support (11) par une base circulaire présentant un diamètre (d) inférieur au diamètre (D) de la forme sphérique et supérieur à la moitié du diamètre de la forme sphérique,
 - 10 une forme sphérique (UF1, UF2) reliée au support (11) par une tige cylindrique, la tige cylindrique présentant un diamètre inférieur ou égal au diamètre de la forme sphérique et supérieur à la moitié du diamètre de la forme sphérique,
 - une forme sphérique (UF3) liée au support (11) par une base circulaire présentant un diamètre (d) inférieur au diamètre (D) de la forme
 - 15 sphérique et supérieur à la moitié du diamètre de la forme sphérique, et comportant une cavité (12) à l'opposé de la base de la forme sphérique,
 - une forme tronconique (UF4) liée au support (11) par une petite base ou une grande base de la forme tronconique,
 - une forme (UF5) en forme de ventouse,
 - 20 une forme (UF7) comportant une calotte sphérique reliée au support par une tige évasée vers la calotte sphérique et vers le support,
 - une forme (UF9) liée directement à des éléments de plaquette adjacents,
 - une forme complémentaire (UF8, UF8') à l'une des formes
 - 25 précédentes.

16. Plaquette selon l'une des revendications 12 à 15, dans laquelle au moins un des éléments de plaquette (UF6) comporte une inclusion (15) dans un autre matériau tel qu'un matériau thermoformable.





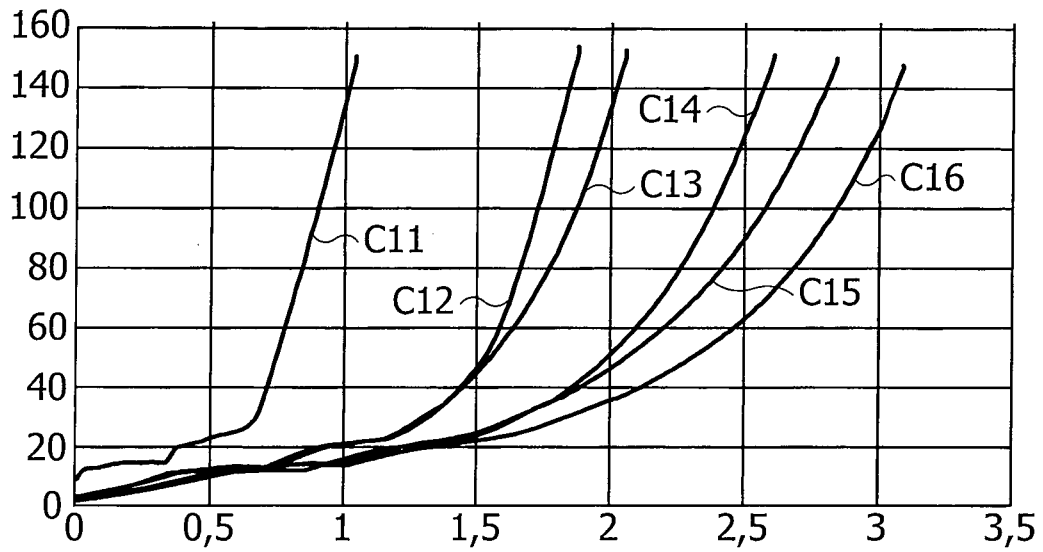


Fig. 5

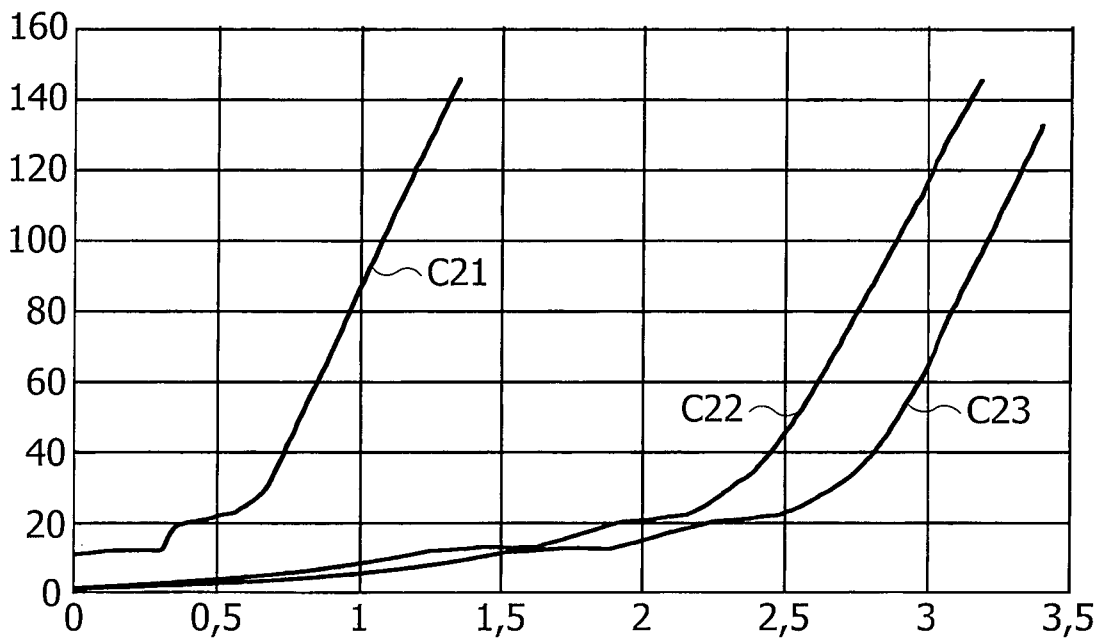


Fig. 6

4/8

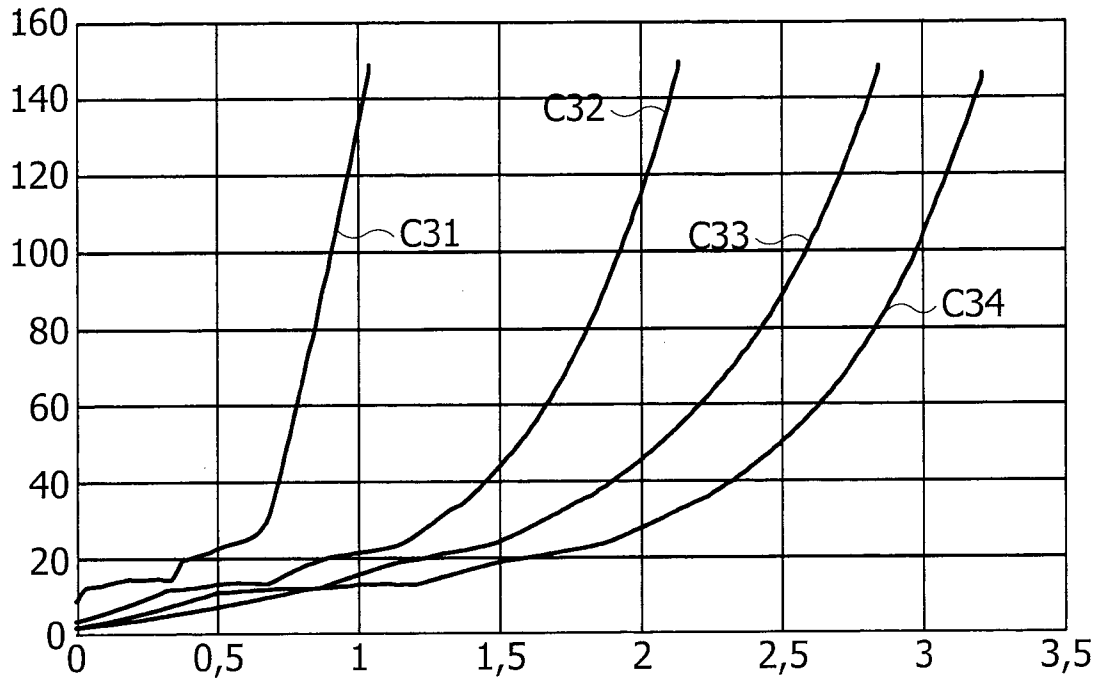


Fig. 7

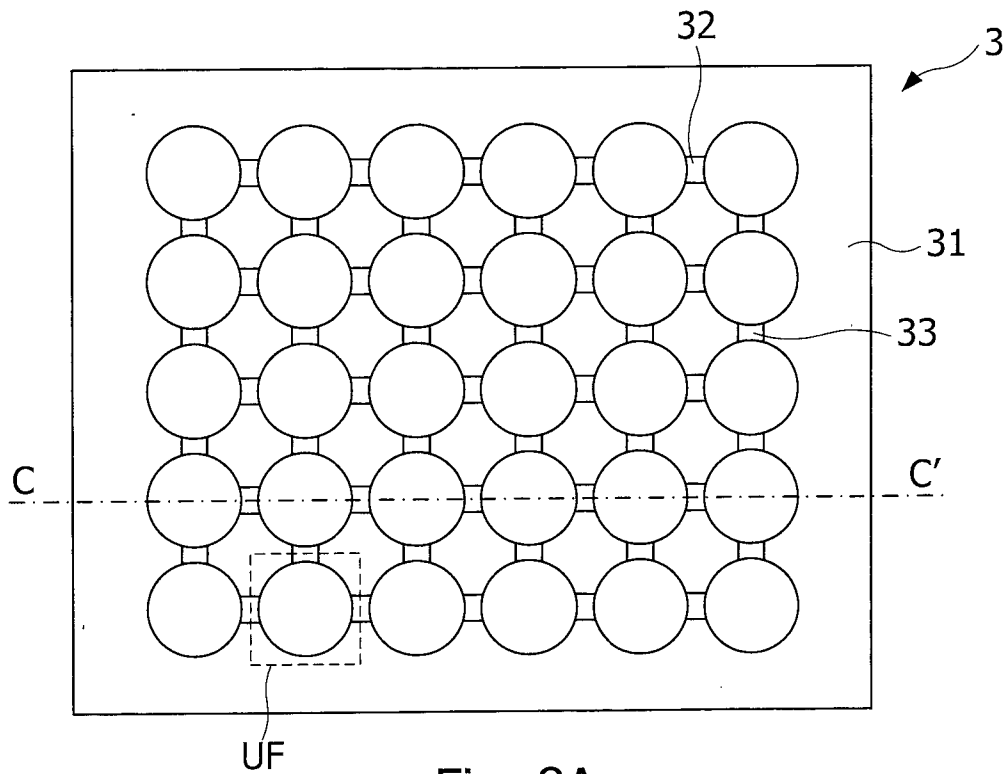
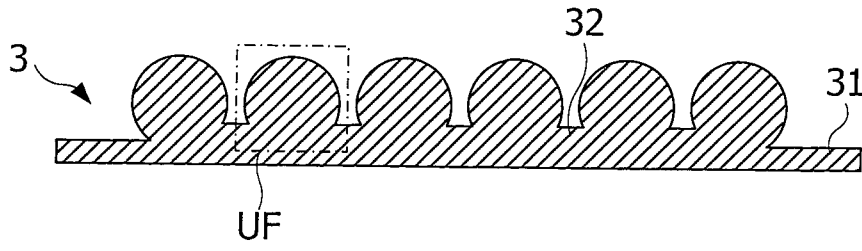


Fig. 8A



(CC)
Fig. 8B

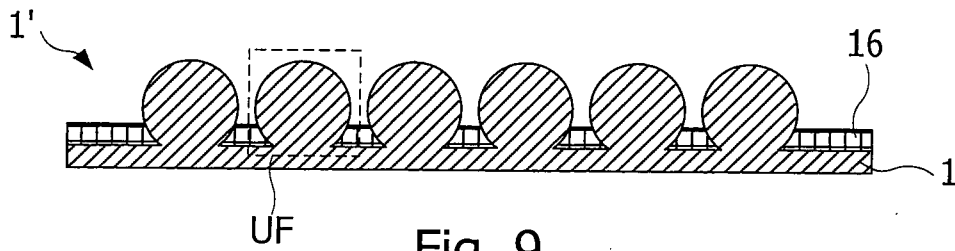


Fig. 9

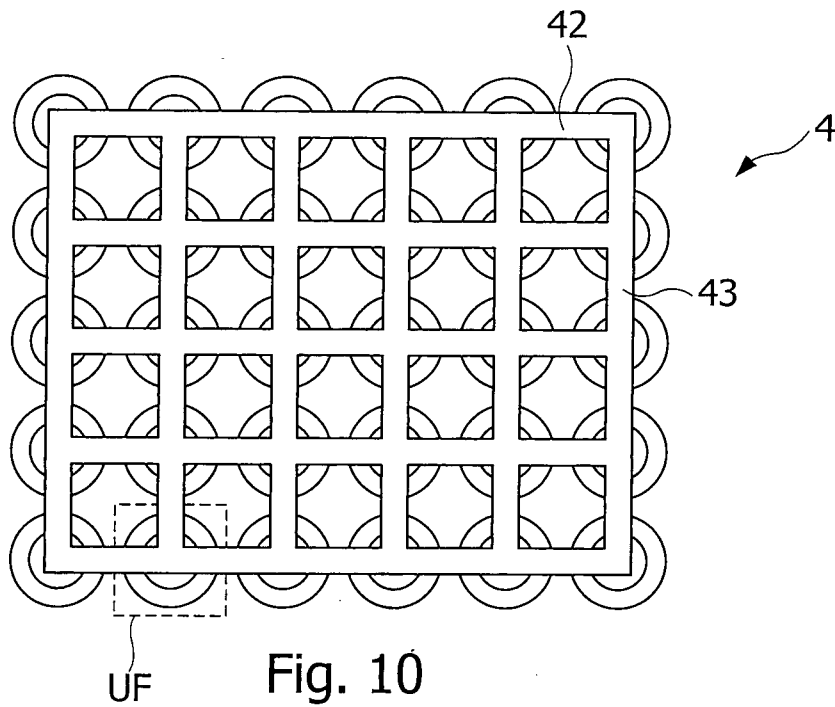


Fig. 10

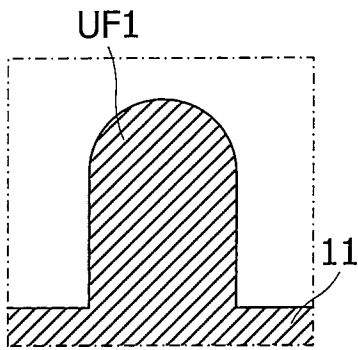


Fig. 11A

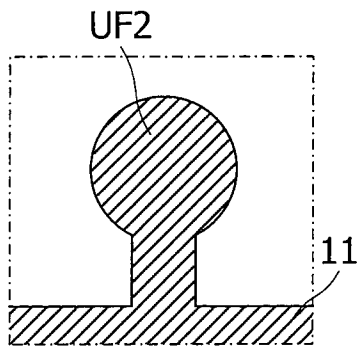


Fig. 11B

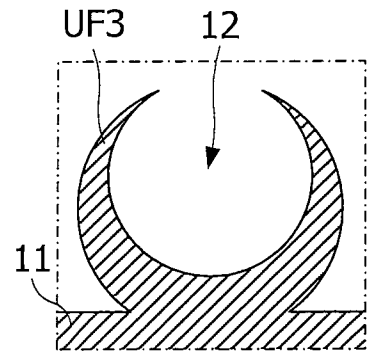


Fig. 11C

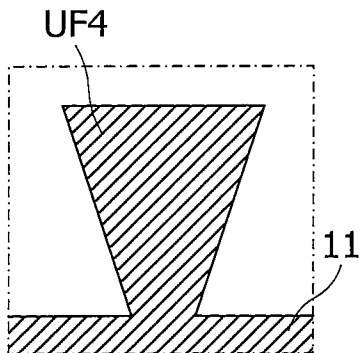


Fig. 11D

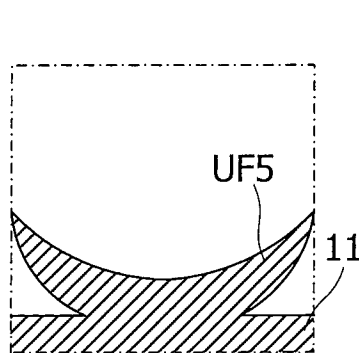


Fig. 11E

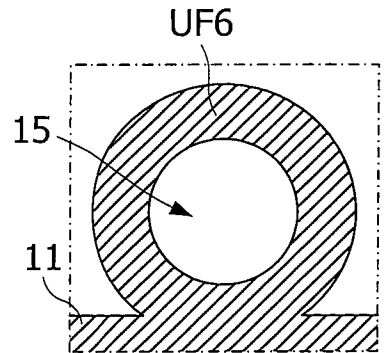


Fig. 11F

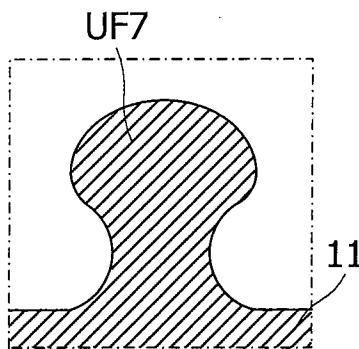
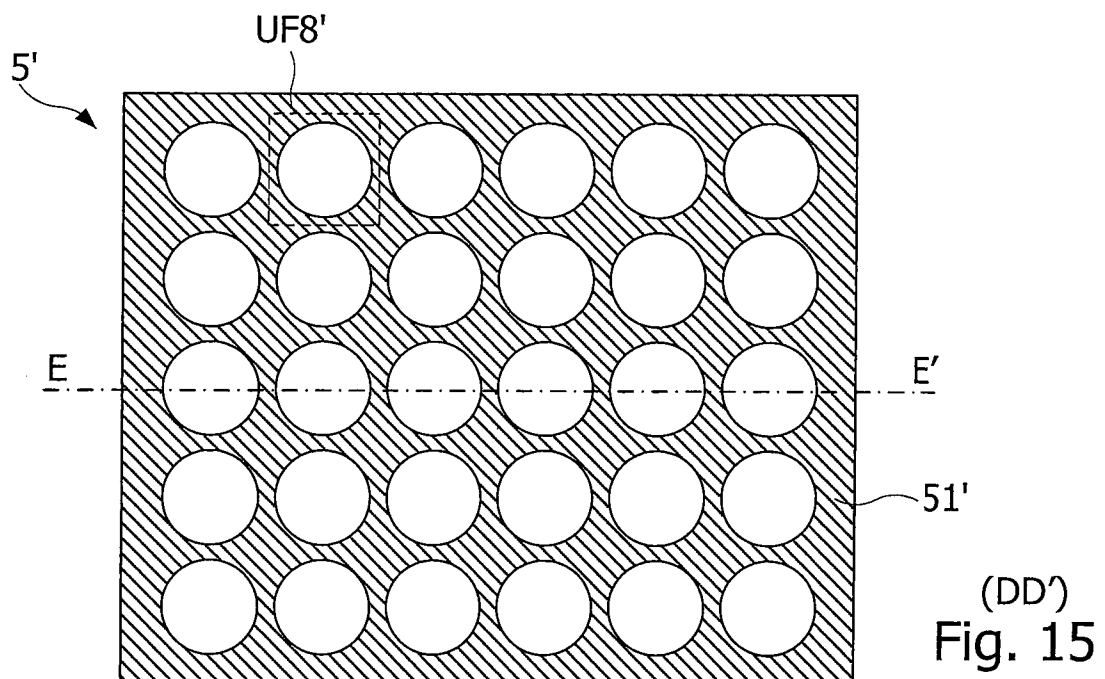
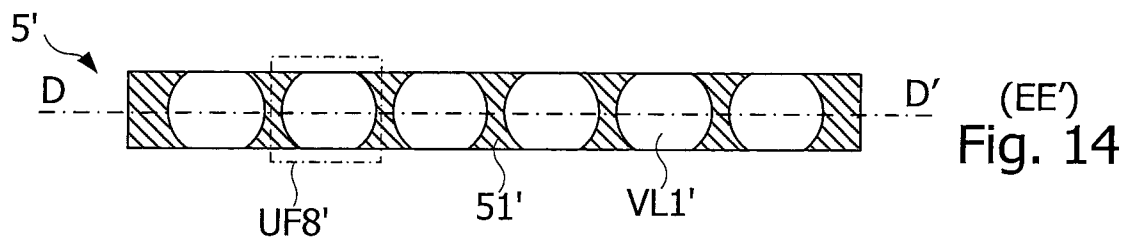
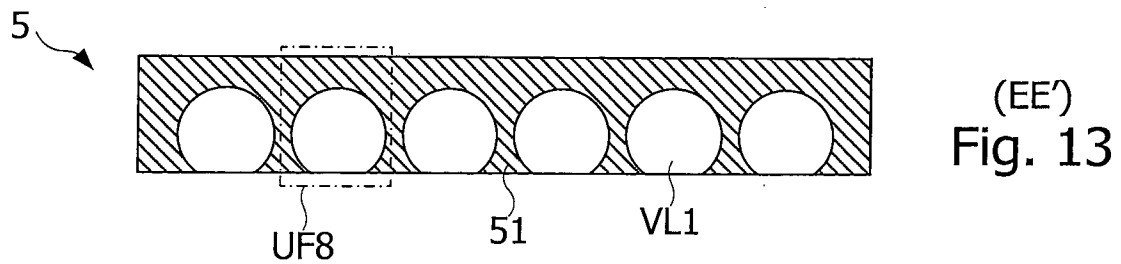
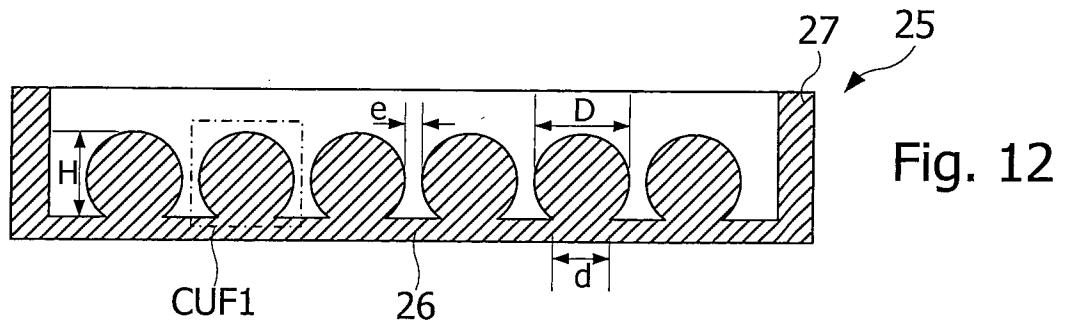


Fig. 11G



8/8

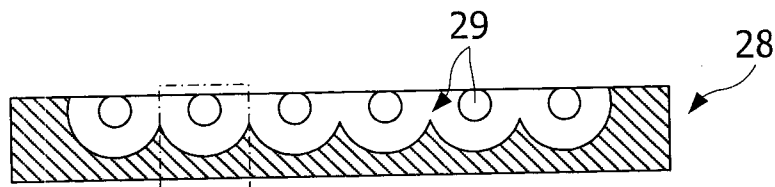


Fig. 16A

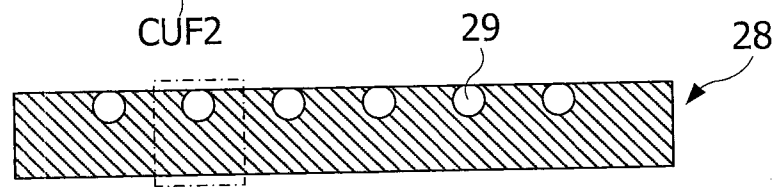


Fig. 16B

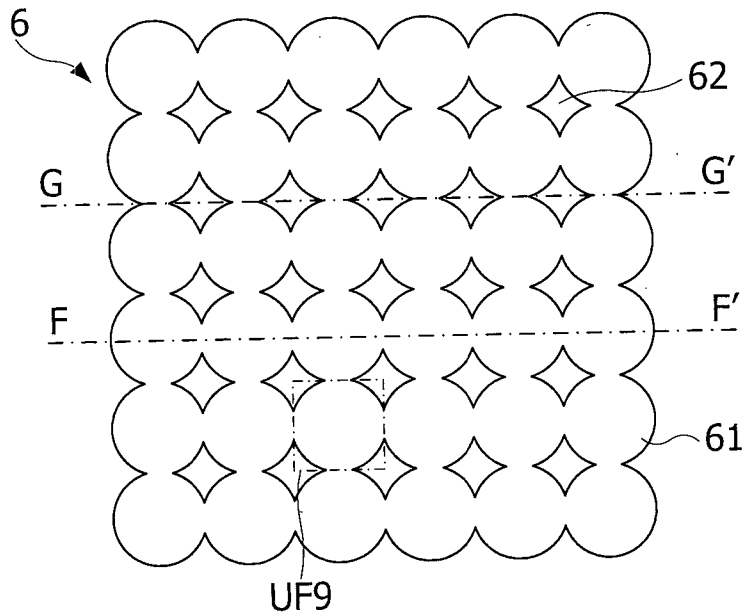
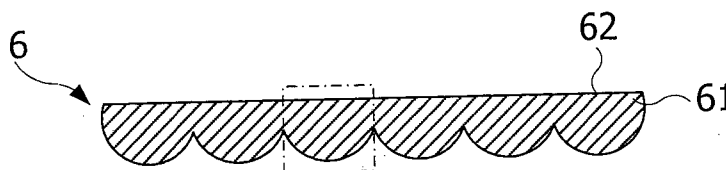
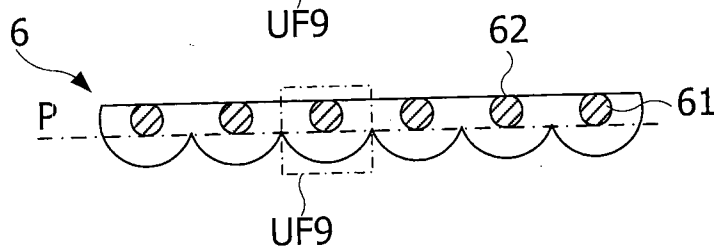


Fig. 17



(FF')
Fig. 18A



(GG')
Fig. 18B