

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 145 863

②1 N° d'enregistrement national : 23 01635

⑤1 Int Cl⁸ : A 61 F 13/08 (2023.01)

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 22.02.23.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 23.08.24 Bulletin 24/34.

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) : EXOPUMP Société par actions simpli-
fiée à associé unique — FR.

⑦2 Inventeur(s) : DESSEREE Florian et BELGRADO
Jean-Paul.

⑦3 Titulaire(s) : EXOPUMP Société par actions simplifiée
à associé unique.

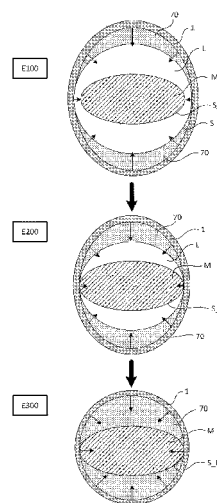
⑦4 Mandataire(s) : INNOV-GROUP.

⑤4 Système de compression amélioré d'une partie d'un être vivant.

⑤7 L'invention concerne un système de compression (S)
d'une partie d'un être vivant, ladite partie de l'être vivant
ayant une section initiale (S_I) avant traitement et une sec-
tion finale (S_F), la section finale étant obtenue après un
traitement de compression et étant distincte de ladite sec-
tion initiale, ledit système comprenant:

Un dispositif de compression (1) actif qui comporte un
premier manchon, ledit manchon étant destiné à être posi-
tionné autour de la partie de l'être vivant et portant un mo-
dule actif (M_0) contrôlé pour exercer des effets de
rétraction de la section transversale du premier manchon.
Des moyens de compensation volumique comprenant un ou plu-
sieurs éléments (70) de compensation volumique
agencés sous la face interne (100) du premier manchon, et
définissant un volume compensant au moins en partie une
différence de section entre la section initiale (S_I) et la sec-
tion finale (S_F) de la partie à traiter.

Figure à publier avec l'abrégié: Figure 7



FR 3 145 863 - A1



Description

Titre de l'invention : Système de compression amélioré d'une partie d'un être vivant

Domaine technique de l'invention

[0001] La présente invention se rapporte à un système de compression d'une partie d'un être vivant. Le système est notamment adapté pour traiter des pathologies telles que le lymphœdème.

Etat de la technique

[0002] Le traitement d'une pathologie telle que le lymphœdème est effectué en utilisant un système de compression venant envelopper le membre à traiter. Il existe des systèmes qui sont dits passifs, comme ceux décrits dans la demande de brevet

US2015/366720A1, et qui utilisent un simple manchon à plusieurs anneaux de serrage dont les niveaux de compression sont réglés de manière manuelle grâce à des sangles. Et il existe des systèmes actifs de traitement. Parmi les systèmes actifs, certains utilisent une solution pneumatique comme celui décrit dans le brevet **US6406445B1**. Le système est alors composé de plusieurs anneaux juxtaposés le long du manchon, chaque anneau étant composé d'un boudin à commande pneumatique. La mise en œuvre d'une séquence permet de gonfler un ou plusieurs boudins de manière adaptée pour faire circuler le liquide lymphatique.

[0003] Parmi les systèmes actifs, il existe également ceux qui utilisent des actionneurs à alliage à mémoire de forme répartis le long du manchon. En chauffant, un fil réalisé dans cet alliage se rétracte. En commandant chaque actionneur de manière individualisée, il est ainsi possible d'appliquer une compression localisée. De tels systèmes de compression actifs sont par exemple décrits dans les demandes de brevet n° **US2016/074234A1** et **US2017/304136A1**, ainsi que dans le brevet **US5997465**. Ce dernier brevet **US5997465** établit le principe d'utilisation des alliages à mémoire de forme dans les systèmes de compression. La demande de brevet **US2016/074234A1** propose, en plus du principe de compression avec des actionneurs à alliage à mémoire de forme, de fournir une énergie thermique pour améliorer le traitement effectué par le système. La demande de brevet **US2016/074234A1** propose quant à elle des solutions mécaniques de blocage de l'actionneur en position rétractée.

[0004] Des solutions similaires sont également décrites dans les documents antérieurs **DE102008003124A1**, **US015/073318A1**, **US2018/242655A1** et **US2018/177677A1**.

[0005] La demande de brevet **WO2020/144437A1** décrit quant à elle une solution utilisant également plusieurs unités de serrage/desserrage juxtaposées, chaque unité comprenant une plaque découpée de manière adaptée pour lui conférer une fonction ressort, la

plaque étant insérée entre deux bords libres du manchon. Un fil réalisé dans un alliage à mémoire de forme est alimenté électriquement pour se rétracter et actionner la plaque et permettre d'assurer la compression du membre.

- [0006] La demande de brevet **EP1013220A1** décrit un appareil de mesure de flux sanguin, utilisant pour sa part un moteur électrique actionné pour venir serrer un anneau, via un lien de tirage enroulé autour d'une poulie.
- [0007] Ce principe antérieur utilisant un moteur et un lien a été repris dans des solutions de drainage lymphatique, comme décrit dans la demande de brevet **US2021/121356A1**. Dans cette demande de brevet, le dispositif utilise un simple fil tiré par un moteur, le fil venant passer autour d'un organe de renvoi. La traction du fil permet de rapprocher deux bords d'un manchon placé autour du membre à traiter, permettant ainsi une compression localisée du membre.
- [0008] Dans le traitement d'un lymphœdème autour d'un membre, on s'est aperçu que les solutions actuelles n'étaient pas toujours efficaces pour évacuer tout le liquide lymphatique accumulé autour du membre.
- [0009] Initialement, en s'accumulant autour d'un membre, le liquide lymphatique se répartit de manière uniforme tout autour de la section non malléable du membre, créant une section circulaire ou quasi-circulaire.
- [0010] Pour évacuer ce liquide lymphatique, le dispositif de compression est ajusté autour du membre en exerçant des contraintes radiales.
- [0011] On distingue alors deux cas de fonctionnement :
- Le membre M à traiter présente une section non malléable quasi-circulaire ;
 - Le membre M à traiter présente une section non malléable non circulaire, par exemple ovale ou oblongue (typiquement l'avant-bras d'un humain).
- [0012] Dans le premier cas de fonctionnement illustré par la [Fig.1A], le dispositif de compression 1 actif exerce des pressions radiales (représentées par les flèches sur les figures 1A et 1B) de manière uniforme autour du membre (E1), permettant d'évacuer le liquide lymphatique L jusqu'à ce que le membre M puisse reprendre sa section normale, non pathologique et non malléable (E2).
- [0013] Dans le deuxième cas de fonctionnement illustré par la [Fig.1B], le dispositif de compression 1 actif exerce d'abord des pressions radiales de manière uniforme autour du membre M tant que la section reste circulaire (E10). Au fur et à mesure de l'évacuation du liquide lymphatique L, la section du membre M diminue jusqu'à atteindre sa section non malléable (E20). Cette section non malléable étant non circulaire, le dispositif ne peut plus exercer des pressions uniformes tout autour du membre M. En effet, dans ce cas, en poursuivant la contraction, comme le rayon de courbure n'est plus homogène sur tout le périmètre, la pression sera plus forte sur les zones à faible rayon de courbure (là où le dispositif a atteint une zone non malléable du membre) et plus faible sur les

zones à plus fort rayon de courbure. Sur ces dernières zones, la pression appliquée par le dispositif 1 ne sera finalement plus assez élevée pour évacuer tout le liquide lymphatique (E30).

[0014] Les dispositifs connus trouvent donc leurs limites dans le traitement du lymphœdème des membres dont la section dite non malléable est non circulaire, ces dispositifs ne pouvant plus, au bout d'un certain temps, permettre une évacuation du reste du liquide lymphatique qui s'est accumulé autour du membre.

[0015] Le but de l'invention est de proposer un système de compression permettant de palier les inconvénients de l'état de la technique, ce système proposant une solution pour évacuer tout le liquide lymphatique accumulé autour d'un membre, même lorsque la section non malléable du membre n'est pas circulaire. L'invention trouvera aussi d'autres applications telles que les traitements des lipœdèmes en vue de favoriser l'élimination des cellules graisseuses ou la récupération sportive.

Exposé de l'invention

[0016] Ce but est atteint par un système de compression d'une partie d'un être vivant, ladite partie de l'être vivant ayant une section initiale avant traitement et une section finale, la section finale étant obtenue après un traitement de compression et étant distincte de ladite section initiale, ledit système comprenant :

- Un dispositif de compression actif qui comporte un premier manchon comprenant une section transversale, une face interne et une face externe, ledit manchon étant destiné à être positionné autour de la partie de l'être vivant et portant un module actif contrôlé pour exercer des effets de rétraction de la section transversale du premier manchon,
- Des moyens de compensation volumique comprenant un ou plusieurs éléments de compensation volumique agencés sous la face interne du premier manchon, et définissant un volume compensant au moins en partie une différence de section entre la section initiale et la section finale de la partie de l'être vivant à traiter.

[0017] Selon une particularité, le premier manchon et le module actif sont aptes à coopérer entre eux pour exercer des effets de rétraction inélastique de la section transversale du premier manchon.

[0018] Selon une autre particularité, chaque élément de compensation volumique est fixé audit premier manchon.

[0019] Selon une réalisation particulière, chaque élément de compensation volumique est inséré entre deux couches textiles dudit premier manchon.

[0020] Selon une autre réalisation particulière, chaque élément de compensation volumique est inséré dans une poche réalisée sur la face interne dudit premier manchon.

- [0021] Selon une autre réalisation particulière, le système comporte un deuxième manchon destiné à être positionné contre la face interne dudit premier manchon, ce deuxième manchon portant le ou les éléments de compensation volumique.
- [0022] Selon une particularité, chaque élément de compensation volumique se présente sous la forme d'un élément en mousse.
- [0023] Selon une autre particularité, l'élément en mousse est réalisé dans un ou plusieurs matériaux choisis parmi polyéthylène, éthylène vinyle acétate, polypropylène, polyuréthane.
- [0024] Selon une autre particularité, chaque élément de compensation volumique comporte plusieurs couches superposées et/ou plusieurs tronçons successifs.
- [0025] Selon une autre particularité, le module actif comporte plusieurs modules de compression juxtaposés, chaque module de compression comportant au moins un moteur électrique doté d'un arbre de sortie, et un lien de tirage solidarisé à une extrémité audit arbre de sortie du moteur électrique et s'étendant entre le moteur électrique et une première partie mobile pour déplacer ladite première partie mobile en translation.
- [0026] Selon une autre particularité, chaque module de compression comporte une deuxième partie mobile, la première partie mobile et la deuxième partie mobile étant agencées de part et d'autre d'un boîtier support dans lequel vient se loger ledit moteur électrique, un unique lien de tirage, solidarisé à l'arbre de sortie du moteur électrique, s'étendant d'un côté pour accrocher la première partie mobile et de l'autre côté pour accrocher la deuxième partie mobile.

Brève description des figures

- [0027] D'autres caractéristiques et avantages vont apparaître dans la description détaillée qui suit, en liaison avec les figures listées ci-dessous :
- Les figures 1A et 1B permettent d'illustrer la problématique à résoudre par le système de l'invention ;
 - La [Fig.2] montre, avec une vue en éclaté, un mode de réalisation avantageux du système de l'invention ;
 - La [Fig.3] montre un exemple de réalisation d'un dispositif de compression actif pouvant être employé dans le système de l'invention ;
 - La [Fig.4] montre un exemple de réalisation du module actif utilisé dans le dispositif de compression actif de la [Fig.3] ;
 - La [Fig.5] montre une vue en éclaté d'un module de compression pouvant être employé dans le module actif de la [Fig.4] ;
 - Les figures 6A et 6B illustrent deux modes de réalisation de l'invention ;
 - La [Fig.7] illustre le principe de fonctionnement du système de compression de l'invention ;

- Les figures 8A à 8C montrent quelques exemples de réalisation d'un élément de compensation volumique employé dans le système de compression de l'invention ;

[0028] **Description détaillée d'au moins un mode de réalisation**

[0029] L'invention concerne un système de compression S permettant d'effectuer des effets de compression localisés le long d'une partie du corps d'un être vivant, par exemple un être humain. A titre d'exemple, la partie du corps d'un être vivant pourra être un membre M mais également toute autre partie telle que par exemple le buste, la main ou le tronc. De manière non limitative, le membre M à traiter peut être un bras, une jambe, un avant-bras d'un être vivant... Sur la [Fig.2], à titre d'exemple, il s'agit d'un avant-bras.

[0030] De manière non limitative, le système S est notamment parfaitement adapté pour traiter une pathologie de type lymphœdème et permettre d'activer le flux de liquide lymphatique L dans le membre à traiter, pour l'évacuer. Comme autre exemple, il peut également permettre de stimuler les flux veineux et lymphatiques pour faciliter la récupération après une activité sportive, ainsi qu'être utilisé dans les traitements des lipœdèmes pour favoriser l'élimination des cellules graisseuses.

[0031] Dans la suite de la description, le système de compression S de l'invention est décrit pour s'adapter sur un membre d'un être vivant.

[0032] Un membre M est constitué d'une succession de sections transversales de formes variables. Chaque section présente une forme initiale S_I avant traitement et une forme finale S_F obtenue après traitement.

[0033] Cette section finale S_F correspond à la section du membre non malléable et non pathologique, et représente l'objectif à atteindre après traitement. En cas de pathologie, le membre peut être entouré d'un volume de liquide lymphatique, augmentant sa section transversale, qui correspond alors à sa section initiale à traiter. L'objectif d'un traitement est de faire en sorte que le membre passe de sa section initiale S_I à sa section finale S_F.

[0034] Selon l'invention, en référence à la [Fig.2], le système de compression S comporte :

- Un dispositif de compression 1 actif, commandé pour effectuer une succession d'efforts de compression/relâchement autour du membre M à l'aide d'un module actif M_0 ; ce module actif M_0 comporte plusieurs modules de compression M_1 individuels juxtaposés ;
- Un ou plusieurs éléments 70 (pouvant également être appelés inserts) de compensation volumique, désignés ci-après également moyens de compensation volumique, insérés dans le système pour compenser au moins en partie une variation de section du membre, entre sa section initiale S_I avant traitement et sa section finale S_F après traitement ; on peut envisager différentes inté-

grations de ces moyens de compensation volumique dans le système ; les moyens de compensation volumique peuvent notamment être insérés dans un manchon 7 à positionner en contact avec le membre M, sous le dispositif de compression 1 actif ;

[0035] Les éléments 70 de compensation volumique sont dimensionnés de manière à induire une force de compression radiale homogène sur toute la section du membre une fois le volume malléable (créé par la présence du liquide lymphatique L) évacué. Pour cela les éléments 70 de compensation volumique présentent des caractéristiques géométriques et mécaniques fonction des caractéristiques géométriques et mécaniques du membre M à traiter.

[0036] Il faut noter que le principe de l'invention peut s'appliquer quelle que soit l'architecture du dispositif de compression actif utilisé, à partir du moment où celui-ci est capable de générer de manière automatique des efforts de compression/relâchement autour du membre à traiter. Ci-dessous, nous proposons un mode de réalisation particulier d'un dispositif de compression 1 actif, mais celui-ci est à considérer de manière non limitative.

Dispositif de compression actif

[0037] En référence à la [Fig.3], le dispositif de compression 1 actif se présente sous la forme d'un manchon. Le manchon est défini par son axe longitudinal, et permet, lorsqu'il est placé autour du membre, d'exercer sur le membre à traiter des effets de compression/relâchement localisés dans des directions radiales le long du membre.

[0038] Selon une réalisation avantageuse, le manchon comporte plusieurs parties qui sont décrites ci-dessous.

[0039] Le manchon peut comporter une première partie 10 réalisée dans un matériau souple, avantageusement non élastique, tel qu'un textile, destinée à venir se placer autour du membre et qui présente un premier bord libre 11 et un deuxième bord libre 12 (voir [Fig.3]). Le premier bord libre 11 et le deuxième bord libre 12 peuvent comporter des moyens d'attache temporaires réglables et complémentaires, tels que bandes agrippantes, aimants permanents, sangles ajustables, crochets... Les deux bords libres sont joints l'un à l'autre grâce à ces moyens d'attache temporaires de manière à fermer et maintenir le manchon autour du membre à traiter. Les moyens d'attache temporaires sont avantageusement choisis pour permettre de régler la taille du manchon lorsqu'il est placé autour du membre.

[0040] Sur les figures annexées, la première partie 10 ([Fig.3]) est réalisée sous la forme d'une seule pièce textile, découpée à la forme et à la taille voulues. Il faut comprendre qu'elle pourrait être réalisée en plusieurs pièces assemblées entre elles, de manière définitive sous la forme de pièces cousues entre elles, ou de manière temporaire par des solutions de fixation adaptées (crochets, bandes agrippante...). La pièce textile

comporte deux faces opposées, une première face dite interne 100 destinée à être orientée en vis-à-vis de la surface du membre à traiter, et une deuxième face dite externe 101, tournée vers l'extérieur. Cette première partie 10 fait avantageusement tout le tour du membre à traiter.

- [0041] La première partie 10 du manchon peut être réalisée dans une matière textile, par exemple un textile synthétique. Ce textile est avantageusement peu extensible (déformation en extension de 10% maximum) ou même non extensible (autrement dit non élastique) pour bien transmettre la force de compression créée par le système.
- [0042] Comme représenté sur la [Fig.3], le manchon comporte une deuxième partie 20 composée du module actif M_0 du système.
- [0043] En référence à la [Fig.4], ce module actif M_0 peut se présenter sous une forme rectangulaire, présentant deux bords 200, 201 opposés parallèles, écartés. Chacun des deux bords 200, 201 du module actif M_0 vient par exemple s'attacher sur deux portions écartées de la première partie 10 du manchon.
- [0044] Ce module actif M_0 porte plusieurs modules de compression M_1, avantageusement tous identiques, juxtaposés le long d'un deuxième axe longitudinal (Y) parallèle à l'axe longitudinal du manchon. Chacun de ces modules de compression est configuré pour exercer, de manière individuelle ou par groupe, une traction suivant un axe perpendiculaire audit deuxième axe longitudinal (Y) et dit axe de serrage (X).
- [0045] Le module actif M_0 du système 1 se présente sous la forme d'un unique ensemble. Il est adapté pour venir s'assembler sur la première partie 10 du système.

Module de compression M_1

- [0046] Chaque module de compression M_1 peut être commandé pour rapprocher les deux portions de la première partie 10 du manchon auxquelles il est accroché, effectuant ainsi un serrage et une compression localisée en anneau lorsque le manchon est placé autour du membre à traiter.
- [0047] Chaque module de compression M_1 peut être réalisé de manière indépendante et amovible par rapport au reste du module actif M_0. Il est destiné à assurer une action mécanique et est avantageusement commandé et alimenté par un circuit de contrôle et d'alimentation électronique appartenant au dispositif 1 et avantageusement agencé sur un support commun à tous les modules de compression.
- [0048] De manière non limitative, en référence à la [Fig.5], un module de compression M_1 comporte un premier élément support 30 et un deuxième élément support 31, séparés l'un de l'autre et aptes se déplacer en translation l'un par rapport à l'autre en suivant son axe de serrage (X). Les positions relatives du premier élément support 30 et du deuxième élément support 31 permettent de régler le niveau de serrage appliqué par le module de compression M_1.
- [0049] Le premier élément support 30 et le deuxième élément 31 support peuvent être

réalisés sous la forme de deux pièces indépendantes.

- [0050] Le premier élément support 30 est fixé sur le premier bord 200 du module actif M_0.
- [0051] Le deuxième élément support 31 est fixé sur le deuxième bord 201 du module actif M_0, opposé au premier bord 200.
- [0052] Ainsi, lorsque le module actif M_0 est attaché sur la première partie 10 du manchon, une traction sur le premier élément support 30 et sur le deuxième élément support 31, suivant l'axe (X) permet de venir rapprocher les deux bords 200, 201 opposés du module actif M_0 et donc de tirer dans des sens contraires sur les deux portions du manchon suivant l'axe (X) sur lesquelles sont accrochés ces deux bords, et ainsi exercer un serrage et une compression radiales du membre lorsque le manchon est ajusté autour du membre. Comme la première partie 10 du manchon est réalisée dans un matériau textile peu extensible ou même non extensible, la force de serrage exercée par chaque module de compression M_1 est transmise directement au manchon pour effectuer une compression du membre.
- [0053] Le premier élément support 30 et le deuxième élément support 31 peuvent présenter chacun un corps, par exemple réalisé en matériau plastique.
- [0054] Le module de compression M_1 peut comporter également un boîtier support 32.
- [0055] Le module de compression M_1 comporte un moteur électrique 50 venant se loger dans ledit boîtier support 32.
- [0056] Le moteur électrique 50 comporte un arbre de sortie 500.
- [0057] Le module de compression M_1 comporte également un lien de tirage 60 venant s'enrouler ou se dérouler par action du moteur électrique 50 sur l'arbre de sortie 500, pour assurer le déplacement du premier élément support 30 et du deuxième élément support 31. Selon cet exemple de réalisation, le module de compression M_1 actionne ainsi en mouvement les deux éléments supports 30, 31 de manière simultanée, l'un vers l'autre en compression à l'aide de son moteur électrique 50.
- [0058] Dans cet exemple de réalisation, chaque élément support 30, 31 est configuré pour permettre un passage du lien de tirage 60. A sa première extrémité, le lien de tirage 60 est fixé au niveau du boîtier support 32, puis il vient s'accrocher sur le premier élément support 30, avant de venir s'accrocher sur l'arbre de sortie 500 du moteur électrique 50, via un ensemble roulement/porte-roulement. Comme indiqué ci-dessus, le lien de tirage 60 s'étend ensuite jusqu'au deuxième élément support 31, placé à l'opposé pour s'accrocher sur celui-ci, avant de revenir se fixer, par sa deuxième extrémité au niveau du boîtier support 32. Au niveau de chaque élément support 30, 31, le lien de tirage est libre en coulissement dans une gorge 33. Lors de l'action du moteur électrique 50, le lien de tirage 60 glisse dans la gorge 33.
- [0059] Bien entendu, d'autres configurations pourraient être envisagées. Une autre configuration serait de faire en sorte que le moteur tire directement sur chaque élément

support sans organe de renvoi.

- [0060] En position initiale, le lien de tirage 60 est par exemple déroulé quasi-entièrement des deux côtés. Lorsque le moteur électrique 50 est actionné pour venir activer la compression du module M_1, son arbre de sortie 500 tourne et les deux brins du lien de tirage 60 s'enroulent simultanément côte à côte sur l'arbre de sortie 500 du moteur 50. Les deux brins sont raccourcis de façon identique et simultanée, et les deux éléments supports 30, 31 opposés sont rapprochés l'un de l'autre, permettant le serrage. La fixation du lien de tirage 60 sur l'arbre de sortie 500 du moteur électrique 50 est ainsi configurée pour permettre de tirer simultanément sur les deux éléments support 30, 31 agencés de part et d'autre, pour les rapprocher.
- [0061] Chaque module de compression M_1 comporte avantageusement une unité de pilotage U_P dédiée, permettant de contrôler les fonctions basiques de son moteur électrique 50, telles que son activation, son sens de rotation et sa vitesse. Chaque unité de pilotage U_P reçoit par exemple des ordres de commande en provenance d'une unité de contrôle UC, commune à tous les modules, cette unité de contrôle UC appartenant à un circuit de contrôle et d'alimentation.
- [0062] Ce circuit de contrôle et d'alimentation électrique peut être réalisé selon différentes variantes de réalisation.
- [0063] Avantageusement, le circuit de contrôle et d'alimentation est commun à tous les modules de compression M_1 du système et fait partie du module actif M_0. Il peut être réalisé sur une carte électronique de contrôle et d'alimentation 70 indépendante. On verra que cette carte peut s'étendre suivant une direction parallèle à l'axe longitudinal (Y), sur tous les modules du système, leur permettant de venir connecter leur unité de pilotage U_P. La carte 70 porte l'unité de contrôle UC et éventuellement un bloc batterie, par exemple assemblés dans un même bloc de contrôle et d'alimentation B. Bien entendu, d'autres variantes de réalisation pourraient être envisagées. De manière non limitative, le bloc de contrôle et d'alimentation B est amovible et fixé à la carte électronique de contrôle et d'alimentation 70 par un système de clippage. La connexion électronique est par exemple réalisée par des contacts à ressort. Ceci permet de changer le bloc de contrôle et d'alimentation B en cas de décharge de la batterie ou de mise à jour/amélioration du bloc de contrôle et d'alimentation B vers une version disposant de plus d'options, par exemple, pour un bloc de contrôle et d'alimentation B disposant d'un écran de contrôle tactile ou d'une connectivité sans-fil. La carte électronique de contrôle et d'alimentation 70 peut ne porter aucun composant électronique et ne servir qu'à raccorder le bloc aux différentes unités de pilotage U_P.
- [0064] Le circuit de contrôle et d'alimentation est avantageusement commun à tous les modules de compression M_1 et permet avantageusement, via la carte de contrôle et d'alimentation 70, de solidariser tous les modules de compression entre eux.

[0065] La carte 70 peut comporter un logement (non représenté) dédié destiné à recevoir la batterie et à la connecter au circuit. La batterie peut également être logée dans un boîtier de commande (voir ci-après) distinct connecté aux moyens de commande et de pilotage.

[0066] L'unité de contrôle UC peut comporter un microcontrôleur destiné à exécuter une séquence de commande à destination des unités de pilotage U_P des modules de compression du système. La séquence de commande peut être choisie selon la pathologie à traiter ou le programme de récupération à appliquer. Pendant l'exécution de la séquence de commande, les modules de compression peuvent être actionnés de manière individuelle ou par groupe de plusieurs modules de compression.

Moyens de compensation volumique

[0067] Le traitement d'un lymphœdème est souvent réalisé en deux phases :

- Une première phase de décongestion pendant laquelle tout le liquide lymphatique présent autour du membre est évacué ;
- Une deuxième phase de maintien pendant laquelle il est nécessaire de poursuivre le traitement pour éviter tout retour de liquide lymphatique autour du membre ;

[0068] De la [Fig.1B] déjà décrite ci-dessus, on comprend que la première phase ne peut être menée à terme à l'aide d'un dispositif de compression actif classique lorsque le membre à traiter présente une section finale non malléable de forme non circulaire.

[0069] Pour remédier à cela, le système de l'invention utilise donc les moyens de compensation volumique. Ceux-ci sont insérés sous le dispositif de compression 1 actif pour faire en sorte de reconstruire un volume adapté pour compenser la perte de volume autour du membre à traiter, cette perte étant liée à l'évacuation du liquide lymphatique L lors du traitement.

[0070] Ces moyens de compensation volumique comportent avantageusement un ou plusieurs éléments 70 ou inserts de compensation volumique.

[0071] Chaque élément 70 de compensation volumique est positionné de manière judicieuse sous le dispositif de compression actif. Leur position est choisie de manière à créer une section transversale circulaire autour de la section finale S_F du membre, alors que le liquide lymphatique L a déjà été évacué (étape E100 sur la [Fig.7]). Le dispositif de compression 1 actif du système peut ainsi continuer à exercer des contraintes radiales uniformes autour du membre M, alors que le liquide lymphatique L a déjà été évacué.

[0072] De manière avantageuse, les moyens de compensation volumique comportent au moins deux éléments 70 de compensation volumique distincts, séparés l'un de l'autre.

[0073] Pour le traitement d'un avant-bras d'un être humain, on aura par exemple deux éléments de compensation volumique distincts, séparés l'un de l'autre, positionnés de manière diamétralement opposés.

- [0074] De manière générale, l'élément 70 de compensation volumique est réalisé dans un ou plusieurs matériaux, de manière à être adapté pour répondre à certaines contraintes :
- Le ou les matériaux doivent disposer d'une dureté suffisante pour assurer le transfert de force du dispositif de compression 1 actif vers le membre M ;
 - Le ou les matériaux doivent disposer d'une dureté adaptée au confort de portage du système S autour du membre M ;
- [0075] Avantagement, chaque élément 70 de compensation volumique doit être choisi, en composition, en taille et/ou en position, pour ne pas contrarier le flux veineux lors du traitement ; il doit ainsi pouvoir suivre le mouvement du membre à traiter.
- [0076] Chaque élément 70 de compensation volumique peut être fabriqué en fonction de l'anatomie du patient et du stade d'évolution de l'œdème.
- [0077] Il faut noter que sur un même système S, il est possible d'utiliser des éléments 70 de compensation volumique qui sont distincts en taille, composition, volume, dureté...
- [0078] Chaque élément de compensation peut prendre différentes formes. Il peut avoir une section constante sur toute sa longueur (suivant l'axe longitudinal du manchon) ou avoir une section variable sur toute sa longueur. Sa forme sera adaptée au volume à compenser.
- [0079] A titre d'exemple, un élément de compensation utilisé pour traiter un avant-bras pourra avoir une section transversale constante ou variable sur toute sa longueur (voir figures 8A à 8C décrites ci-dessous).
- [0080] On peut noter par exemple que l'emploi d'un matériau plus ferme permet d'utiliser une géométrie d'élément de compensation volumique moins volumineuse et donc plus facile à intégrer. En revanche, il peut générer plus d'inconfort et de troubles à la circulation veineuse. A l'inverse, un matériau plus mou permettra d'améliorer le confort mais présentera un encombrement important. Dans certains cas, on pourra empiler plusieurs matières différentes pour tirer bénéfice des caractéristiques de chacune. Par exemple une sous-couche molle au contact de la peau qui favorise le confort et une sur-couche plus ferme par-dessus pour transférer la pression radiale.
- [0081] Chaque élément 70 de compensation volumique se présente par exemple sous la forme d'un élément en mousse. La mousse peut être réalisée à partir d'un ou plusieurs matériaux.
- [0082] Différents matériaux peuvent être envisagés, comme par exemple : polyéthylène (PE), éthylène vinyle acétate (EVA), polypropylène (PP), polyuréthane (PU) avec des duretés shore allant de 5A à 90A. Il est possible d'utiliser des empilements de couches de plusieurs matériaux basés sur ces différentes mousses ou sur d'autres matériaux. Les éléments de compensation volumique peuvent être fabriqués par extrusion, usinage, moulage, thermoformage... En variante, ils peuvent aussi être constitués de poches contenant des gels, des liquides, ou des gaz. Il serait ainsi possible d'adapter la

viscosité du liquide utilisé ou d'ajuster la pression du gaz injecté, selon la compensation volumique à apporter et la dureté souhaitée.

[0083] Les figures 8A à 8C décrites ci-dessous montrent quelques exemples de réalisation d'éléments de compensation utilisables dans le cadre de l'invention.

[0084] La [Fig.8A] montre un élément 70 de compensation volumique pour un avant-bras, réalisé en deux couches 700, 701 superposées, par exemple de matériaux différents ou et/ou de densités différentes, comme décrits ci-dessus. L'élément de compensation présente une section transversale variable sur sa longueur.

[0085] La [Fig.8B] montre également un élément 70 de compensation, également pour avant-bras, réalisé en plusieurs tronçons 702, 703, 704 successifs assemblés selon l'axe longitudinal (Y). De même les matériaux et/ou densités peuvent varier selon les tronçons.

[0086] La [Fig.8C] montre un autre exemple de réalisation de l'élément 70 de compensation pour une main, réalisé en deux tronçons 705, 706 successifs.

[0087] Les tronçons et/ou couches peuvent être adaptés :

- En taille selon la taille du membre à traiter ;
- En nombre/volume selon la taille du membre et de la compensation volumique à appliquer ;
- En type de matériaux ;
- En dureté/densité ;
- En nombre de couches/tronçons ;

[0088] En référence aux figures 6A et 6B, deux solutions d'intégration peuvent être proposées.

[0089] Sur la [Fig.6A], les éléments 70 de compensation volumique sont intégrés au manchon du dispositif de compression 1 actif.

[0090] Chaque élément 70 de compensation volumique peut être inséré entre deux couches de la première partie 10 textile du manchon du dispositif de compression 1 actif, par exemple par lamination. Il peut également être inséré dans une poche dédiée créée sur la face interne 100 du manchon du dispositif de compression 1 actif. Il peut être fixé sur cette face interne 100 du manchon, par tous moyens classiques connus, tels que bandes agrippantes ou collage. Certaines solutions présentent l'avantage de rendre l'élément 70 amovible, permettant par exemple son remplacement par un élément de structure identique ou distincte (dureté, taille différente).

[0091] Sur la [Fig.6B], les moyens de compensation sont intégrés à un manchon 7 spécifique, distinct de celui du dispositif de compression 1 actif. Ce manchon 7, réalisé dans un matériau textile, est positionné autour du membre M à traiter, directement en contact avec celui-ci et est amené à être recouvert du manchon du dispositif de compression 1 actif. Dans le cas où le membre M est un avant-bras, il peut comporter un

pas-pouce 71 facilitant son positionnement.

- [0092] La [Fig.2] illustre le principe de mise en place du système autour d'un avant-bras d'un humain. Les moyens de compensation volumique sont agencés sur un manchon 7 textile muni d'un pas-pouce 71. Par-dessus ce manchon 7, on vient placer le dispositif de compression 1 actif.
- [0093] Il faut noter que le système de compression S de l'invention permet d'effectuer des actions de compression ciblées. Les moyens de compensation volumique sont associés à un dispositif de compression 1 actif, contrôlé pour générer une rétraction avantageusement inélastique ou faiblement élastique de sa section, permettant ainsi un transfert de force optimal.
- [0094] On comprend que la présence des moyens de compensation volumique va permettre de modifier le principe de compression radiale du membre, la compression radiale étant réalisée normalement par le dispositif de compression 1 actif seul. La [Fig.7] permet de mieux illustrer le principe de fonctionnement du système S, sur un membre M ayant une section non malléable non circulaire (par exemple de forme ovale). Le membre M peut être par exemple un avant-bras.
- [0095] E100 : Le liquide lymphatique L crée une section initiale circulaire autour du membre M.
- [0096] Le système S est adapté autour de la section ainsi générée (section non malléable + liquide lymphatique L). Le système utilise deux éléments 70 de compensation volumique positionnés symétriquement de part et d'autre du membre M. Le dispositif de compression 1 actif est positionné autour des moyens de compensation volumique. Il est contrôlé pour exercer des effets de compression sur le membre M. A ce stade, il faut noter qu'il serait possible de se passer de la présence des moyens de compensation volumique car du liquide lymphatique L reste présent tout autour du membre M et que la section non malléable du membre n'a pas encore été atteinte.
- [0097] E200 : Comme le membre M présente une section non malléable qui est non circulaire, le dispositif de compression 1 actif vient en butée contre les zones du membre M où le rayon de courbure est le plus prononcé. En l'absence des moyens de compensation volumique, le dispositif de compression 1 actif perdrait alors de son efficacité pour évacuer le reste de liquide lymphatique L accumulé autour du membre M (voir [Fig.1B]). Les éléments 70 de compensation volumique sont positionnés pour reconstruire un volume suffisant autour du membre M (défini alors par sa section non malléable et le volume de liquide lymphatique L encore présent autour du membre M et restant à évacuer), afin que le dispositif de compression 1 actif conserve son efficacité.
- [0098] E300 : En association avec le dispositif de compression 1 actif, les moyens de compensation volumique ont permis l'évacuation de tout le liquide lymphatique L

accumulé autour du membre M. On constate que, dans une configuration idéale, les éléments 70 de compensation volumique doivent présenter une géométrie permettant de reconstruire un volume de section circulaire autour de la section non malléable (section S_F) du membre M (c'est-à-dire en l'absence de liquide lymphatique).

[0099] Il faut comprendre de la description de la [Fig.7] ci-dessus que le raisonnement pour une section particulière d'un membre peut être étendu aux sections adjacentes sur toute la longueur du membre à traiter. Et comme indiqué ci-dessus, chaque élément de compensation volumique pourra prendre une forme adaptée à celle du membre à traiter et à l'évolution de la pathologie. Le principe de l'invention reste d'apporter une compensation volumique. Cette compensation peut être réalisée avec un ou plusieurs éléments de compensation, identiques ou non, de formes diverses.

[0100] La solution de l'invention présente de nombreux avantages, parmi lesquels :

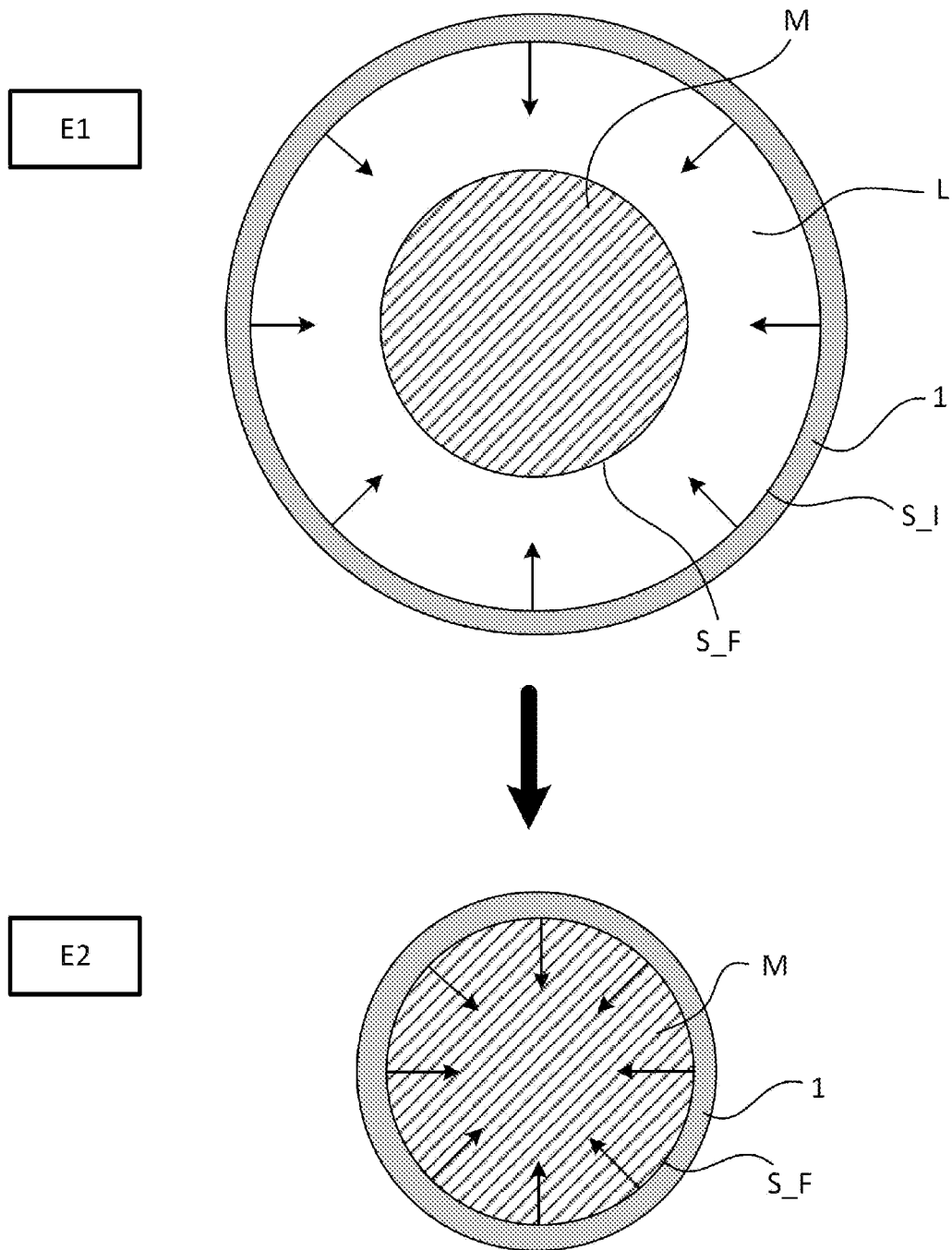
- Une solution simple pour permettre une évacuation du liquide lymphatique quelle que soit la morphologie du membre à traiter ;
- Une solution qui fonctionne avec différentes architectures de dispositif de compression actif ;
- Une solution facilement adaptable à la morphologie du membre à traiter et qui est évolutive en fonction de l'avancée du traitement ;

Revendications

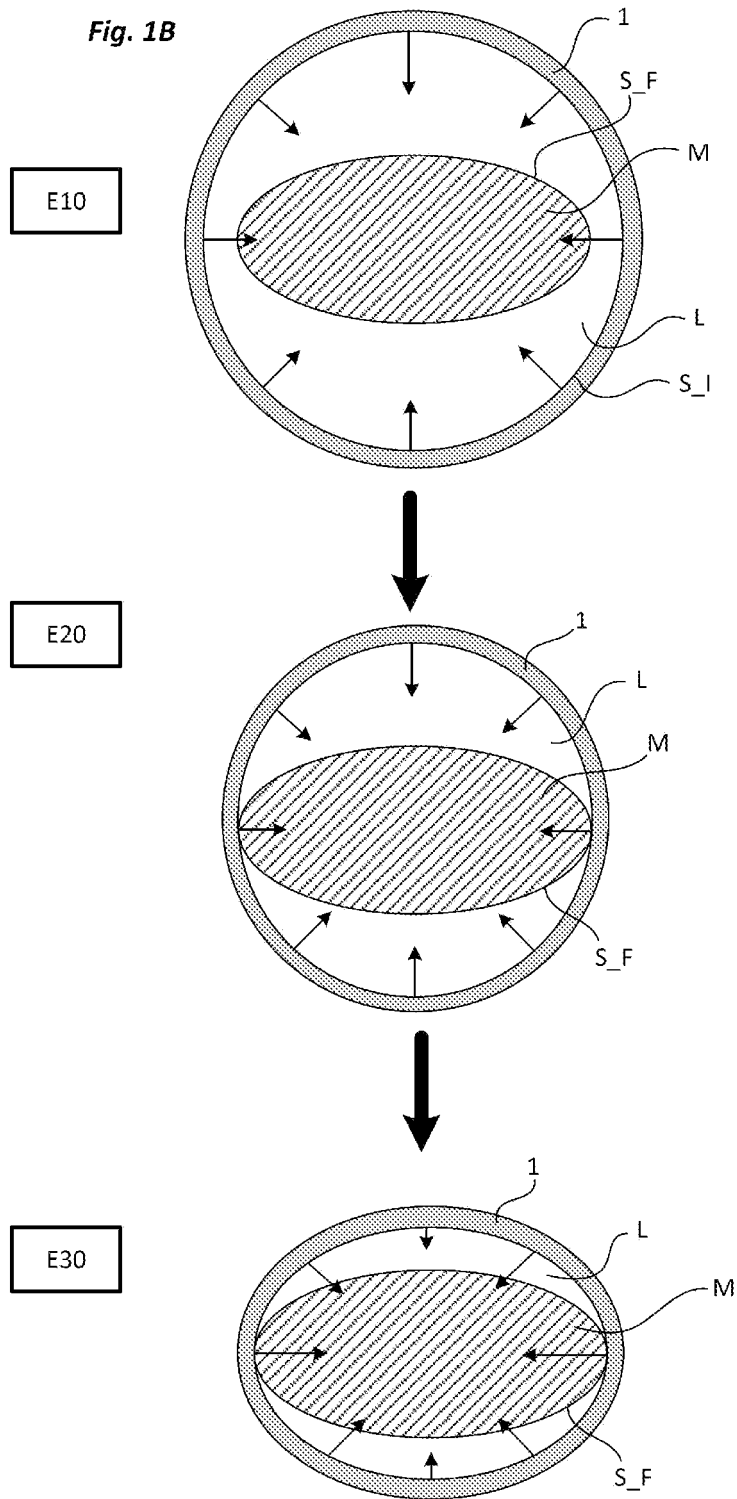
- [Revendication 1] Système de compression (S) d'une partie d'un être vivant, ladite partie de l'être vivant ayant une section initiale (S_I) avant traitement et une section finale (S_F), la section finale étant obtenue après un traitement de compression et étant distincte de ladite section initiale, ledit système comprenant :
- Un dispositif de compression (1) actif qui comporte un premier manchon comprenant une section transversale, une face interne et une face externe, ledit manchon étant destiné à être positionné autour de la partie de l'être vivant et portant un module actif (M_0) contrôlé pour exercer des effets de rétraction de la section transversale du premier manchon,
 - Ledit système étant caractérisé en ce qu'il comporte :
 - Des moyens de compensation volumique comprenant un ou plusieurs éléments (70) de compensation volumique agencés sous la face interne (100) du premier manchon, et définissant un volume compensant au moins en partie une différence de section entre la section initiale (S_I) et la section finale (S_F) de la partie de l'être vivant à traiter.
- [Revendication 2] Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que le premier manchon et le module actif (M_0) sont aptes à coopérer entre eux pour exercer des effets de rétraction inélastique de la section transversale du premier manchon.
- [Revendication 3] Système selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que chaque élément (70) de compensation volumique est fixé audit premier manchon.
- [Revendication 4] Système selon la revendication 3, caractérisé en ce que chaque élément (70) de compensation volumique est inséré entre deux couches textiles dudit premier manchon.
- [Revendication 5] Système selon la revendication 3, caractérisé en ce que chaque élément (70) de compensation volumique est inséré dans une poche réalisée sur la face interne dudit premier manchon.
- [Revendication 6] Système selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comporte un deuxième manchon (7) destiné à être positionné contre la face interne dudit premier manchon, ce deuxième manchon portant le ou les

- éléments (70) de compensation volumique.
- [Revendication 7] Système selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que chaque élément (70) de compensation volumique se présente sous la forme d'un élément en mousse.
- [Revendication 8] Système selon la revendication 7, caractérisé en ce que l'élément en mousse est réalisé dans un ou plusieurs matériaux choisis parmi polyéthylène, éthylène vinyle acétate, polypropylène, polyuréthane.
- [Revendication 9] Système selon l'une des revendications 1 à 8, caractérisé en ce que chaque élément (70) de compensation volumique comporte plusieurs couches (700, 701) superposées et/ou plusieurs tronçons successifs (702, 703, 704, 705, 706).
- [Revendication 10] Système selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le module actif comporte plusieurs modules de compression juxtaposés, et en ce que chaque module de compression (M_1) comporte au moins un moteur électrique (50) doté d'un arbre de sortie (500), et un lien de tirage (60) solidarisé à une extrémité audit arbre de sortie du moteur électrique et s'étendant entre le moteur électrique et une première partie mobile pour déplacer ladite première partie mobile en translation.
- [Revendication 11] Système selon la revendication 10, caractérisé en ce que chaque module de compression (M_1) comporte une deuxième partie mobile et en ce que la première partie mobile et la deuxième partie mobile sont agencées de part et d'autre d'un boîtier support (32) dans lequel vient se loger ledit moteur électrique et en ce qu'un unique lien de tirage (60), solidarisé à l'arbre de sortie (500) du moteur électrique, s'étend d'un côté pour accrocher la première partie mobile (30) et de l'autre côté pour accrocher la deuxième partie mobile (31).

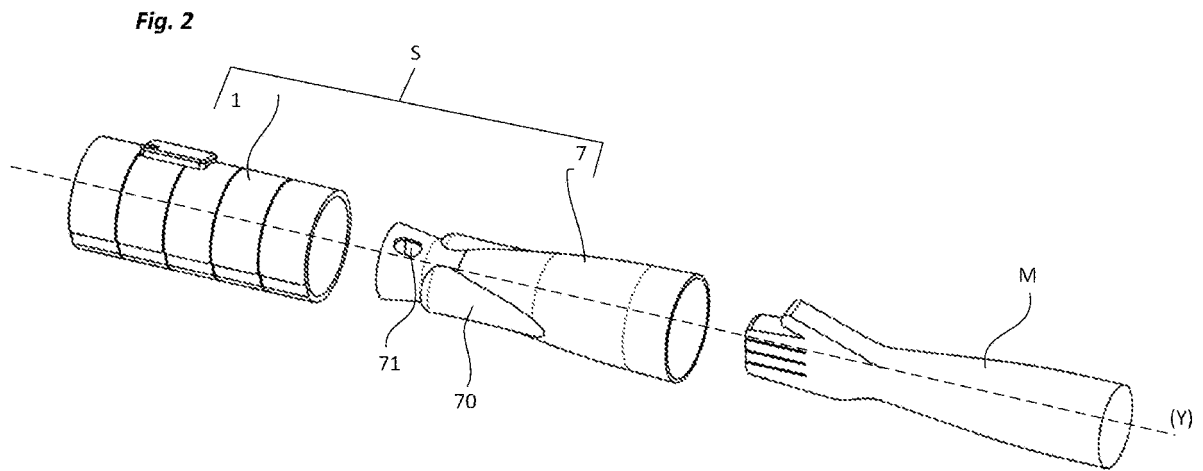
[Fig. 1A]

Fig. 1A

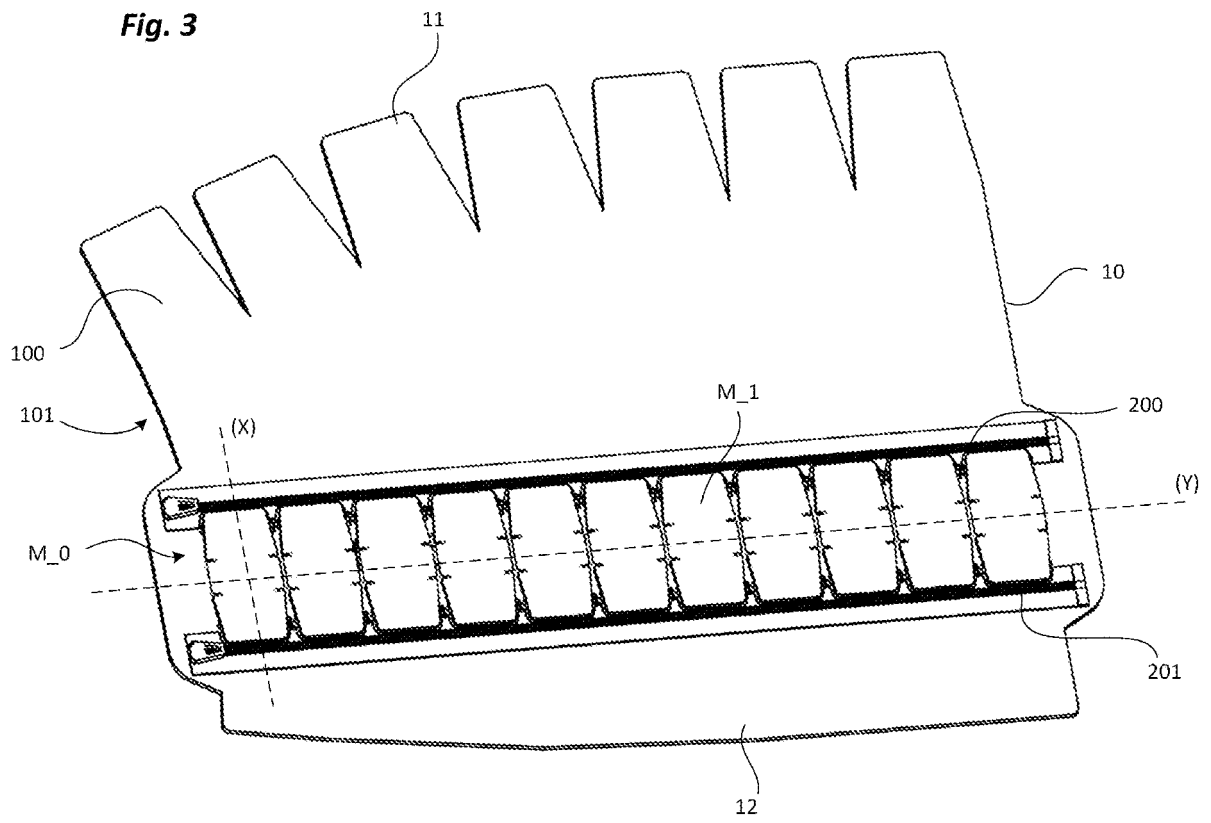
[Fig. 1B]



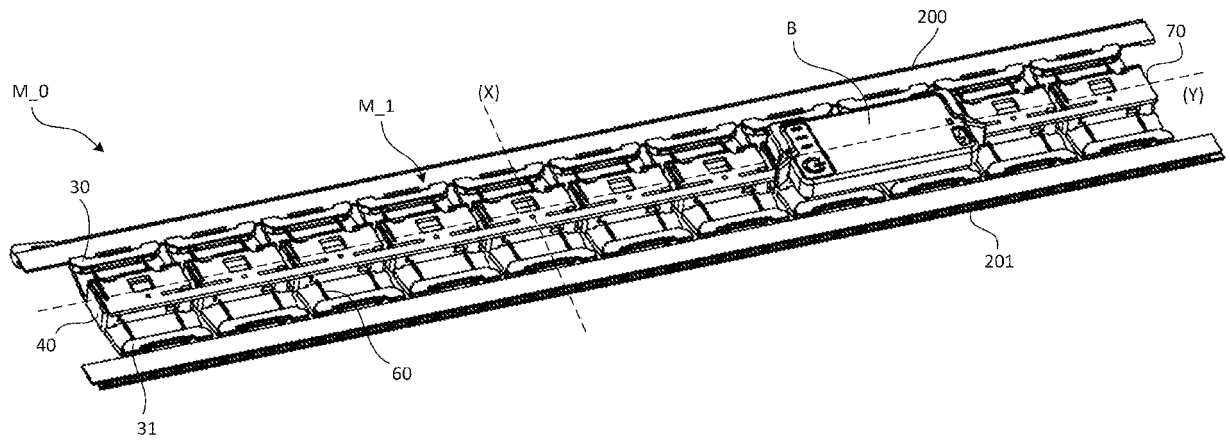
[Fig. 2]



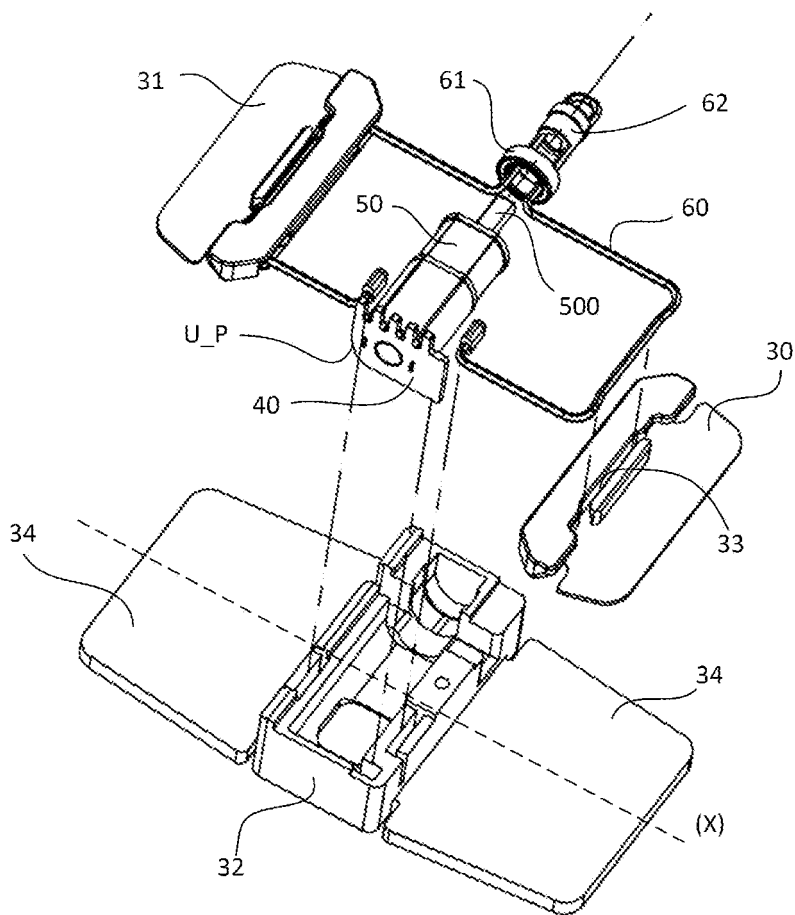
[Fig. 3]



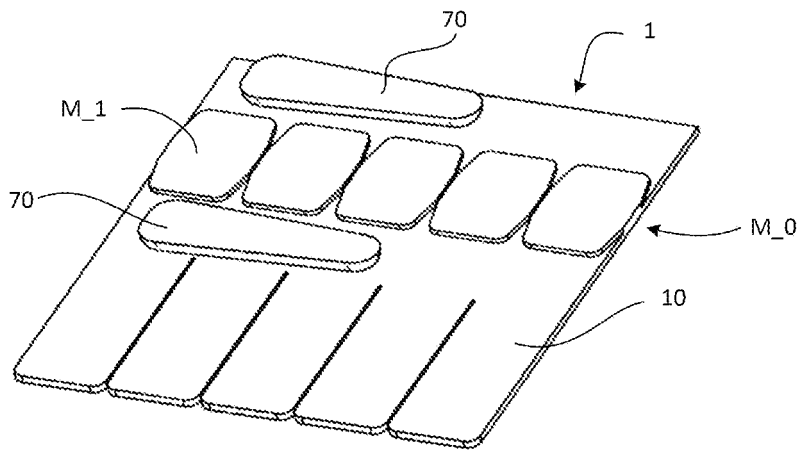
[Fig. 4]

Fig. 4

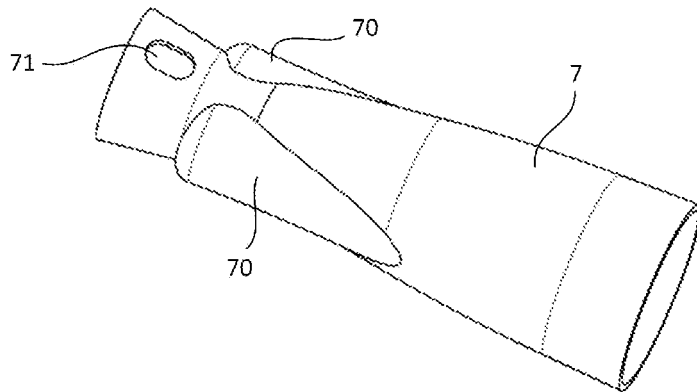
[Fig. 5]

Fig. 5

[Fig. 6A]

Fig. 6A

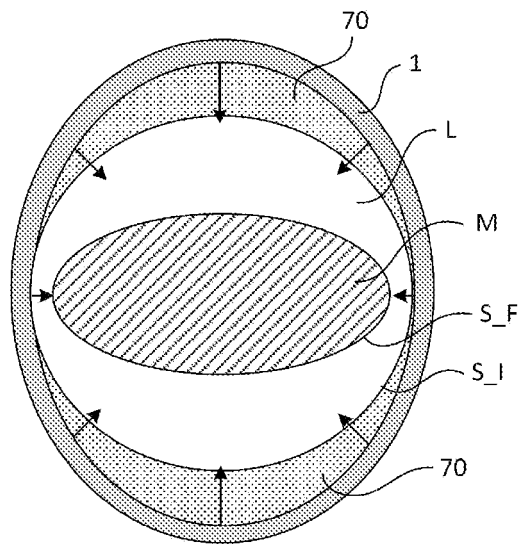
[Fig. 6B]

Fig. 6B

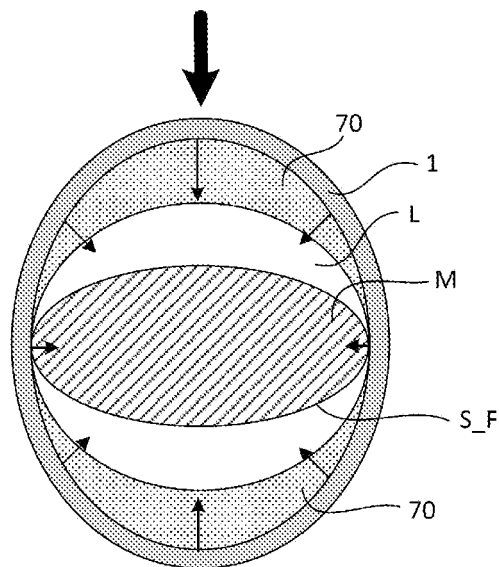
[Fig. 7]

Fig. 7

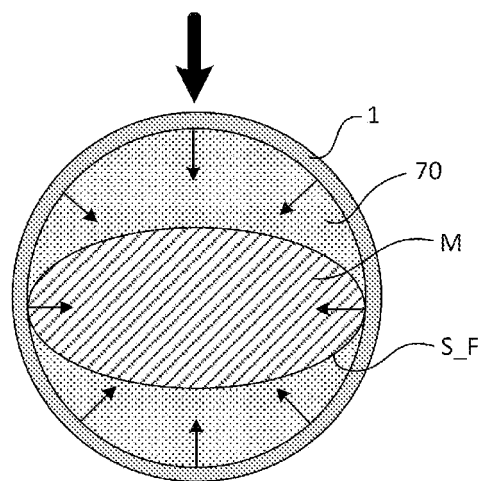
E100



E200

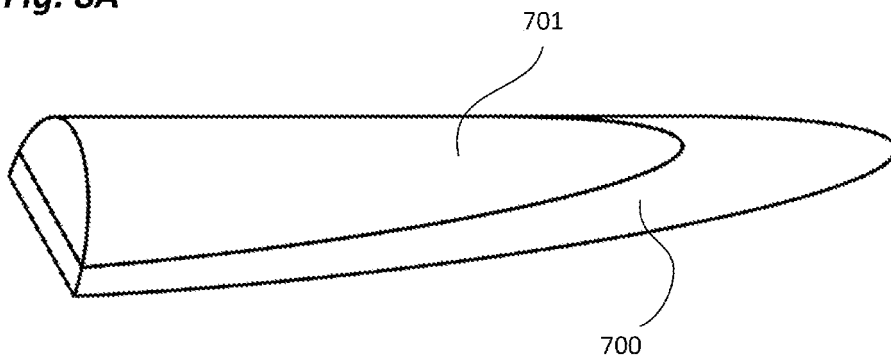


E300



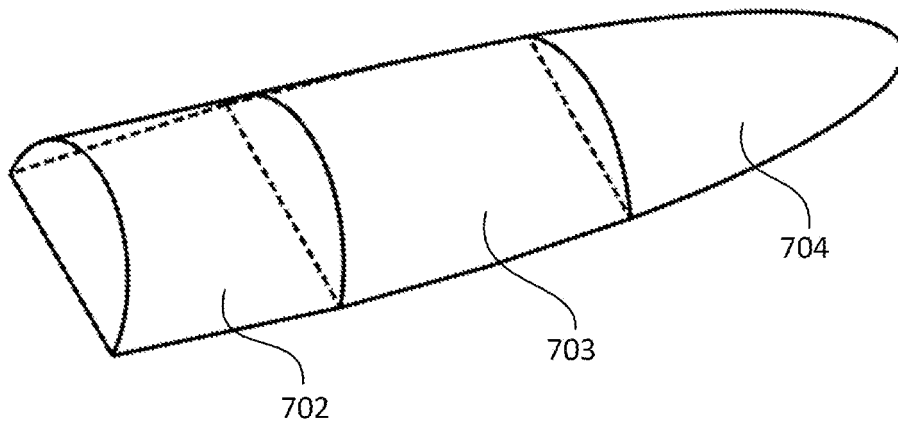
[Fig. 8A]

Fig. 8A



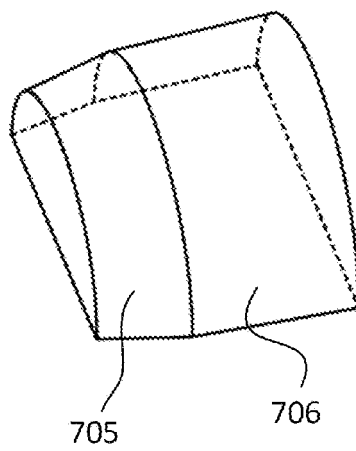
[Fig. 8B]

Fig. 8B



[Fig. 8C]

Fig. 8C





**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 916162
FR 2301635

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		
Y	FR 3 123 202 A1 (SPLIP [FR]) 2 décembre 2022 (2022-12-02) * claims *	1-11	A61F 13/08 DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) A61F A61H
Y	US 2021/121356 A1 (WYATT MATTHEW W [US] ET AL) 29 avril 2021 (2021-04-29) * fig. 1 and corresponding text of the description *	1-11	
A	US 10 166 164 B2 (RADIAL MEDICAL INC [US]) 1 janvier 2019 (2019-01-01) * le document en entier *	1-11	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
13 juillet 2023		Hoff, Céline	
<p>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2301635 FA 916162**

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 **13-07-2023**
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
FR 3123202	A1	02-12-2022	AUCUN	

US 2021121356	A1	29-04-2021	US 2016374886 A1	29-12-2016
			US 2021121356 A1	29-04-2021

US 10166164	B2	01-01-2019	CA 3021991 A1	02-11-2017
			EP 3448330 A1	06-03-2019
			JP 2019514653 A	06-06-2019
			US 2017312161 A1	02-11-2017
			US 2017312165 A1	02-11-2017
			US 2019254906 A1	22-08-2019
			US 2019374421 A1	12-12-2019
			WO 2017189926 A1	02-11-2017
