

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
—
**INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE**
—
COURBEVOIE
—

①1 N° de publication : **3 091 646**

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **19 00232**

⑤1 Int Cl⁸ : **A 61 F 13/08 (2019.01), A 61 H 1/00, G 05 B 15/02**

①2

BREVET D'INVENTION

B1

⑤4 Système de compression d'un membre d'un être vivant.

②2 Date de dépôt : 10.01.19.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public
de la demande : 17.07.20 Bulletin 20/29.

④5 Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 11.12.20 Bulletin 20/50.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : *SPLIP Société à responsabilité
limitée — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : *DESSEREE Florian.*

⑦3 Titulaire(s) : *SPLIP Société à responsabilité limitée.*

⑦4 Mandataire(s) : *MODULO.*

FR 3 091 646 - B1



Description

Titre de l'invention : Système de compression d'un membre d'un être vivant

Domaine technique de l'invention

[0001] La présente invention se rapporte à un système de compression d'un membre d'un être vivant. Le système peut notamment être employé pour traiter des pathologies telles que le lymphœdème mais également dans le domaine de la récupération sportive pour faciliter le retour veineux.

Etat de la technique

[0002] Le traitement d'une pathologie telle que le lymphœdème est mis en œuvre 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 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] Il s'avère que ces solutions antérieures ne sont pas toutes optimales, que ce soit en termes de compacité, de rapport compacité/efficacité, de facilité d'usage, de facilité de fabrication.

[0005] Le but de l'invention est donc de proposer une solution qui utilise de tels actionneurs

à alliage à mémoire de forme et qui soit :

- Particulièrement compacte,
- Facile à fabriquer,
- Facile à utiliser,
- D'un fonctionnement efficace,
- D'une maintenance aisée.

Exposé de l'invention

- [0006] Ce but est atteint par un système de compression d'un membre d'un être vivant, comprenant un manchon destiné à être placé autour du membre à traiter, ledit manchon étant composé d'une première partie destinée à envelopper partiellement ledit membre et comportant un premier bord libre et un deuxième bord libre, et d'une deuxième partie comportant un dispositif actif de serrage/desserrage agencé entre ledit premier bord libre et ledit deuxième bord libre de la première partie du manchon et comportant plusieurs unités de serrage/desserrage juxtaposés le long dudit manchon, chaque unité de serrage/desserrage comportant :
- Une carte de circuit imprimé qui comporte une première zone d'accroche portant un premier organe d'accroche fixé audit premier bord libre (30), une deuxième zone d'accroche portant un deuxième organe d'accroche fixé audit deuxième bord libre,
 - Au moins un fil en alliage à mémoire de forme tendu entre ladite première zone d'accroche et ladite deuxième zone d'accroche de ladite carte de circuit imprimé, ladite carte de circuit imprimé comportant au moins une zone, dite première zone ressort, agencée entre sa première zone d'accroche et sa deuxième zone d'accroche et qui comporte un profil à fonction ressort découpé dans ladite carte.
- [0007] Le système comporte également des moyens d'alimentation électrique du fil en alliage à mémoire de forme de chaque unité de serrage/desserrage et des moyens de commande des unités de serrage/desserrage.
- [0008] Selon une particularité, pour chaque unité de serrage/desserrage, ladite carte de circuit imprimé comporte une zone de commande agencée entre la première zone d'accroche et ladite zone ressort, cette zone de commande comportant une unité électronique de pilotage configurée pour connecter ou déconnecter le fil de son unité de serrage/desserrage aux moyens d'alimentation électrique.
- [0009] Selon une autre particularité, pour chaque unité de serrage/desserrage, la première zone ressort de la carte de circuit imprimé est réalisée entre ladite zone de commande et la première zone d'accroche.
- [0010] Selon une réalisation particulière, la carte de circuit imprimé comporte une deuxième

zone ressort de profil à ressort identique à celui de la première zone ressort et positionnée entre sa zone de commande et sa deuxième zone d'accroche.

[0011] Selon une réalisation particulière, les cartes de circuits imprimés de plusieurs unités de serrage/desserrage sont réunies entre elles en une seule carte monobloc.

[0012] Selon une particularité, la zone de commande porte deux bornes électriques sur chacune desquelles est connectée une extrémité distincte du fil en alliage à mémoire de forme.

[0013] Selon une autre particularité, les moyens de commande comportent un microcontrôleur comprenant plusieurs sorties reliées chacune à une ou plusieurs unités électroniques de pilotage.

[0014] Selon une autre particularité, le microcontrôleur est positionné sur la zone de commande de la carte de circuit imprimé d'une unité de serrage/desserrage particulière du système.

[0015] Selon une autre particularité, le microcontrôleur est configuré pour mémoriser une séquence de commande des unités de serrage/desserrage du système.

[0016] Selon une réalisation particulière, chaque profil à fonction ressort est en Z.

[0017] Selon une autre réalisation particulière, chaque profil à fonction ressort est en V couché.

[0018] Selon une autre réalisation particulière, chaque profil à fonction ressort est en serpent.

[0019] Selon une réalisation particulière, chaque profil à fonction ressort est en accordéon.

[0020] Selon une particularité, chaque organe d'accroche comporte un passant découpé dans ladite carte de circuit imprimé.

Brève description des figures

[0021] D'autres caractéristiques et avantages vont apparaître dans la description détaillée qui suit faite en regard des dessins annexés dans lesquels :

[0022] [fig.1]

- La figure 1 représente, vu en perspective, le système de compression conforme à l'invention et illustre son principe de fonctionnement ;

[0023] [fig.2]

- La figure 2 représente de manière schématique et simplifiée l'architecture du système de compression de l'invention ;

[0024] [fig.3]

- La figure 3 représente, de manière plus précise le dispositif de serrage/desserrage employé dans le système de compression de l'invention, selon un mode de réalisation particulier ;

[0025] [fig.4]

- La figure 4 représente deux unités de serrage/desserrage adjacentes employées dans le système de l'invention, l'une étant dans son état initial inactif et l'autre dans son état final actif ;

[0026] [fig.5A]

[0027] [fig.5B]

[0028] [fig.5C]

[0029] [fig.5D]

[0030] [fig.5E]

- Les figures 5A à 5E représentent plusieurs variantes de réalisation de l'unité de serrage/desserrage pouvant être employées dans le système de l'invention ;

[0031] [fig.6A]

[0032] [fig.6B]

- Les figures 6A et 6B représentent de manière schématique, les moyens de commande employés dans le système de l'invention ;

[0033] **Description détaillée d'au moins un mode de réalisation**

[0034] L'invention concerne un système de compression permettant d'effectuer des effets de compression localisés, le long d'un membre d'un être vivant, par exemple un être humain. De manière non limitative, le système est notamment parfaitement adapté pour traiter une pathologie de type lymphœdème et permettre d'activer le flux de liquide lymphatique dans le membre à traiter. Comme autre exemple, il peut également permettre de réactiver le flux sanguin d'un être vivant, notamment pour accélérer le retour veineux pour faciliter la récupération après une activité sportive.

[0035] De manière non limitative, le membre à traiter est un bras, une jambe, un avant-bras d'un être vivant...

[0036] En référence aux figures 1 et 2, le système de compression 1 comporte un manchon 2 destiné à être enfilé autour du membre à traiter et à s'ajuster autour de celui-ci. Le manchon 2 est ainsi défini par son axe longitudinal, référencé (X) et permet, lorsqu'il est enfilé et ajusté autour du membre, d'exercer sur le membre à traiter des effets de compression localisés dans des directions radiales le long du membre.

[0037] Le manchon comporte au moins deux parties telles que décrites ci-dessous.

[0038] Le manchon 2 comporte une première partie 3 destinée à venir envelopper partiellement le membre et qui présente un premier bord libre 30 et un deuxième bord libre 31.

[0039] Le manchon 2 comporte une deuxième partie 4 agencée entre le premier bord libre 30 et le deuxième bord libre 31 de sa première partie et venant compléter l'enveloppe externe du manchon.

[0040] La première partie 3 du manchon 2 peut être réalisée dans une matière textile, par exemple un textile synthétique.

- [0041] La deuxième partie 4 du manchon 2 comporte un dispositif actif de serrage/desserrage. Bien entendu, il faut comprendre qu'un même système peut comporter plusieurs dispositifs de serrage-desserrage conformes à l'invention, répartis sur le pourtour du manchon du système. Des parties textiles du manchon 2 peuvent alors être employées pour relier les dispositifs entre eux.
- [0042] Le dispositif de serrage/desserrage comporte plusieurs unités de serrage/desserrage 40 (par exemple au nombre de six sur les figures annexées et référencées 40a, 40b, 40c, 40d, 40e, 40f) juxtaposées le long du manchon 2. Sur sa longueur, le manchon 2 comporte ainsi plusieurs anneaux de compression juxtaposés autour de l'axe (X).
- [0043] Chaque unité de serrage/desserrage 40 se base notamment sur l'emploi d'une carte de circuit imprimé 41 pour réaliser à la fois ses fonctions électroniques et ses fonctions mécaniques.
- [0044] Les cartes de circuit-imprimé de plusieurs unités de serrage/desserrage peuvent être connectées entre elles via des connecteurs mécaniques et électroniques ou être réunies en une seule carte (comme sur les figures annexées). Sur toute la longueur du manchon 2, le dispositif de serrage/desserrage peut être réalisé en utilisant une seule carte de circuit imprimé pour toutes les unités de serrage/desserrage 40 ou plusieurs cartes mises bout à bout. Réunir au moins deux unités de serrage/desserrage sur une seule carte de circuit imprimé (comme sur la figure 3) présente notamment des avantages en termes de compacité, de facilité de fabrication et de maintenance du système.
- [0045] Dans la suite de la description et en référence aux figures 2, 3 et 4 annexées, on va s'intéresser à la structure d'une seule unité de serrage/desserrage 40.
- [0046] Dans l'unité de serrage/desserrage 40, la carte de circuit imprimé 41 comporte une face supérieure et une face inférieure. Sa face inférieure est située vers l'intérieur du manchon 2, tandis que sa face supérieure est orientée vers l'extérieur. La carte de circuit imprimé 41 peut être réalisée dans un matériau isolant, de type polyimide, résine époxy, ou matériau équivalent classiquement employé dans le domaine de l'électronique.
- [0047] A titre d'exemple et de manière non limitative, la carte de circuit imprimé 41 peut présenter une forme générale rectangulaire.
- [0048] L'unité de serrage/desserrage 40 comporte deux zones d'accroche, une première zone d'accroche Z1 pour s'accrocher au premier bord libre 30 de la première partie 3 du manchon 2 et une deuxième zone d'accroche Z2 pour s'accrocher au deuxième bord libre 31 de la première partie 20 du manchon 2. Les deux zones d'accroche peuvent être réalisées suivant deux côtés opposés parallèle de la carte 41. Il serait également possible d'inverser le fonctionnement du dispositif de serrage/desserrage en accrochant la première zone d'accroche au deuxième bord libre 31 de la première partie du manchon et la deuxième zone d'accroche au premier bord libre 30 de la première partie

du manchon.

- [0049] Dans l'unité de serrage/desserrage, les deux zones d'accroche Z1, Z2 sont réalisées sur la carte de part et d'autre d'un axe parallèle à l'axe (X).
- [0050] Chaque zone d'accroche Z1, Z2 peut comporter au moins un organe d'accrochage 42 coopérant avec une boucle 32 correspondante réalisée sur le bord libre 30, 31 de la première partie du manchon 2 qui est situé en vis-à-vis.
- [0051] Chaque organe d'accrochage 42 peut être réalisée par une découpe localisée de la carte 41 dans sa zone d'accroche Z1, Z2, de manière à former un profil en crochet ou en passant.
- [0052] L'unité de serrage/desserrage 40 comporte un fil 43 en alliage à mémoire de forme tendu entre ses deux zones d'accroche Z1, Z2.
- [0053] Le fil 43 en alliage à mémoire de forme peut être réalisé en alliage Nickel-Titane. Ce type de fil est notamment vendu sous les marques déposées Nitinol ou Flexinol. Lorsqu'il est parcouru par un courant électrique, un fil réalisé dans cet alliage chauffe et se rétracte sous l'action de la chaleur. A titre d'exemple et de manière non limitative, soumis à une température de 70°C environ, un tel fil peut se rétracter de trois centimètres.
- [0054] Le fil 43 comporte une première extrémité et une deuxième extrémité.
- [0055] Lorsque le fil est chauffé, celui-ci se rétracte et permet de rapprocher la première zone d'accroche Z1 de la deuxième zone d'accroche Z2, réduisant la distance entre ces deux zones, pour obtenir, au niveau de l'unité de serrage/desserrage 40, qui est commandée une compression radiale suffisante du manchon.
- [0056] Comme illustré par la figure 3, pour l'unité de serrage/desserrage 40, on peut définir un état initial dans lequel le fil 43 n'est pas rétracté, correspondant à une première distance D1 entre la première zone d'accroche Z1 et la deuxième zone d'accroche Z2 et un état final dans lequel le fil 43 est chauffé pour se rétracter, entraînant un rapprochement de la première zone d'accroche Z1 et de la deuxième zone d'accroche Z2 jusqu'à être séparée d'une distance D2 inférieure à la distance D1. Entre l'état initial et l'état final, la rétraction du fil permet une compression progressive et localisée du membre. La distance D2 pourra varier selon la taille du membre à traiter.
- [0057] L'état final peut également être marqué par une butée mécanique empêchant une rétraction du fil au-delà d'un certain seuil et donc limitant la distance D2 entre les deux zones d'accroche à une valeur donnée située au-dessus d'un certain seuil.
- [0058] L'unité de serrage/desserrage 40 comporte également une unité électronique de pilotage 44.
- [0059] L'unité électronique de pilotage 44 peut être agencée et connectée sur la carte de circuit imprimé 41, dans une zone intermédiaire, dite zone de commande Z3, comprise entre la première zone d'accroche Z1 et la deuxième zone d'accroche Z2 de l'unité de

serrage/desserrage considéré.

- [0060] Dans sa zone de commande Z3, l'unité de serrage/desserrage 40 peut comporter une première borne électrique B1 sur laquelle est connectée la première extrémité du fil 43 et une deuxième borne électrique B2 sur laquelle est connectée la deuxième extrémité du fil 43.
- [0061] La zone de commande pourra supporter d'autres composants électroniques classiques (inductance, résistance...) nécessaires au fonctionnement de l'unité de serrage/desserrage 40. Pour des raisons de simplification, ces autres composants ne sont pas représentés sur les figures annexées.
- [0062] L'unité de serrage/desserrage 40 comporte également des moyens ressort agencés entre sa première zone d'accroche Z1 et sa deuxième zone d'accroche Z2.
- [0063] Ces moyens ressort sont destinés à effectuer un rappel mécanique après la rétraction du fil 43 et un retour de l'unité de serrage/desserrage 40 vers son état initial, pour revenir à l'écartement initial de distance D1 entre la première zone d'accroche Z1 et la deuxième zone d'accroche Z2. Ces moyens ressort permettent un retour rapide de l'unité de serrage/desserrage 40 vers son état initial, dès le début du refroidissement du fil 43 et donc de libérer totalement la zone comprimée du membre et de faciliter ainsi le reflux du liquide corporel (sang ou liquide lymphatique).
- [0064] Selon une particularité de l'invention, les moyens ressort sont réalisés par une découpe particulière de la carte de circuit imprimé 41 au niveau de l'unité de serrage/desserrage 40. La carte 41 est découpée de manière à former un profil en ressort comprenant plusieurs branches réalisées par la découpe de la carte de circuit imprimé. La découpe est réalisée dans une zone de la carte, dite zone ressort (ZR1, ZR2), comprise entre la zone de commande Z3 et au moins l'une des deux zones d'accroche (Z1 et/ou Z2).
- [0065] De manière avantageuse, l'unité de serrage/desserrage 40 peut comporter deux zones ressort ZR1, ZR2 symétriques réalisées de part et d'autre de la zone de commande Z3 de la carte 41, la première zone ressort ZR1 étant entre la zone de commande Z3 et la première zone d'accroche Z1 et la deuxième zone ressort ZR2 étant entre la zone de commande Z3 et la deuxième zone d'accroche Z2.
- [0066] Pour chaque zone ressort, le profil en ressort peut être réalisé suivant différentes configurations. De manière non limitative, les figures 5A à 5E montrent plusieurs de ces configurations :
- La figure 5A montre une carte de circuit imprimé 41 d'une unité de serrage/desserrage 40 à deux zones ressort ZR1, ZR2, chaque zone ressort étant configuré selon un profil en Z entre la zone de commande et la zone d'accroche respective.
 - La figure 5B montre une carte de circuit imprimé 41 d'une unité de serrage/

desserrage 40 à deux zones ressort ZR1, ZR2, chaque zone ressort étant configuré selon un profil en V couché entre la zone de commande et la zone d'accroche respective.

- La figure 5C montre une carte de circuit imprimé 41 d'une unité de serrage/desserrage 40 à deux zones ressort ZR1, ZR2, chaque zone ressort étant configuré selon un profil en serpentín à un ou plusieurs Z consécutifs.
- La figure 5D montre une carte de circuit imprimé 41 d'une unité de serrage/desserrage 40 à deux zones ressort ZR1, ZR2, chaque zone ressort étant configuré selon un profil en accordéon entre la zone de commande et la zone d'accroche respective.
- La figure 5E montre une carte de circuit imprimé 41 d'une unité de serrage/desserrage 40 à une seule zone ressort ZR1 configuré selon un profil en serpentín à créneaux droits.

[0067] Dans tous les cas, chaque profil ressort est réalisé par découpe de la carte de circuit imprimé de manière à obtenir un débattement maximum dans un encombrement le plus limité possible, tout en garantissant de conserver ses propriétés ressort au cours du temps.

[0068] Selon un aspect particulier de l'invention, si l'unité de serrage/desserrage 40 comporte une seule zone ressort, le fil 43 est fixé par une de ses extrémités à la première borne d'alimentation B1 puis vient s'accrocher à la première zone d'accroche avant de revenir à la deuxième borne d'alimentation B2. La carte 41 peut comporter deux œillets percés à travers la première zone d'accroche Z1 pour faire passer le fil. Entre la première borne et sa deuxième borne, le fil peut suivre une trajectoire en croix. Les deux œillets peuvent être symétriques par rapport à un axe médian suivant la direction de rétraction.

[0069] Comme on peut le voir sur la figure 4, si l'unité de serrage/desserrage 40 comporte deux zones ressort ZR1, ZR2, un seul fil 43 est employé et se rétracte des deux côtés, de part et d'autre de la zone de commande Z3, sa rétraction étant absorbée par chacun des deux profils en ressort de la carte.

[0070] De manière non limitative, dans la configuration à deux zones ressort, le trajet du fil 43 peut être le suivant :

- La première extrémité du fil 43 est fixée à la première borne électrique B1,
- Le fil s'étend en diagonale et passe au-dessus de la zone ressort ZR1, vers la première zone d'accroche Z1,
- Le fil passe à travers un œillet percé à travers la zone d'accroche Z1 pour passer sous la carte,
- Le fil traverse en perpendiculaire l'axe médian M1 de la carte 41 et est repassé vers le dessus de la carte,
- Le fil passe à travers un deuxième œillet (symétrique au premier œillet par

- rapport à l'axe médian), pour repartir au-dessous de la carte,
- Le fil s'étend en diagonale sous la carte et passe au-dessous de la zone ressort ZR1 pour rejoindre la zone de commande, formant ainsi une croix,
 - Le fil traverse la zone de commande Z3 par deux œillets,
 - Le fil est enfilé suivant la même trajectoire entre la zone de commande Z3 et la deuxième zone ressort avant de rejoindre la deuxième borne électrique B2.
- [0071] L'unité de serrage/desserrage peut ainsi comporter plusieurs œillets répartis le long de chaque profil ressort pour y faire passer le fil suivant une trajectoire croisée, comme pour le laçage d'une chaussure.
- [0072] De manière avantageuse, chaque profil en ressort peut être précontraint, dans l'état initial du fil 43, permettant d'assurer une compression localisée lorsque le fil se rétracte et de garantir que le fil soit détendu en totalité par le ressort lorsqu'il n'est pas alimenté.
- [0073] En référence aux figures 6A et 6B, le système peut comporter une unité centrale de commande UC déportée par rapport à chaque unité de serrage/desserrage 40. Cette unité centrale de commande UC peut comporter un microcontrôleur destiné à exécuter une séquence de commande à destination des unités de serrage/desserrage 40. La séquence de commande peut être choisie selon la pathologie à traiter. Pendant l'exécution de la séquence de commande, les unités de serrage/desserrage 40 peuvent être actionnés de manière individuelle ou par groupe de plusieurs unités de serrage/desserrage.
- [0074] De manière non limitative, l'unité de pilotage électronique 44 peut être un convertisseur DC/DC de type abaisseur de tension ("buck") ou élévateur de tension ("boost"). Le convertisseur peut être commandé en PWM par l'unité centrale de commande UC du système et connectée à la source d'alimentation électrique 6. L'unité de pilotage électronique 44 est configurée pour délivrer un courant de sortie adapté au chauffage du fil 43. La source d'alimentation peut être formée d'une batterie rechargeable.
- [0075] Le système peut comporter un logement destiné à connecter la batterie. Le logement peut être intégré audit manchon.
- [0076] Le système peut comporter un organe de commande 5 formé d'un bouton connecté sur une entrée de l'unité centrale de commande UC.
- [0077] Le circuit électronique est bien entendu gravé dans chaque carte de circuit imprimé 41. Si le système ne comporte qu'une seule carte 41 réunissant plusieurs unités de serrage/desserrage 40, le circuit est ainsi gravé sur la carte, sans nécessiter de connectiques particulières. Le dispositif de serrage/desserrage 4 porte ainsi sur la carte de circuit imprimé 41 unique la plupart des fonctionnalités du système, c'est-à-dire, les fonctions mécaniques (grâce notamment aux zones ressorts), les fonctions de commande (unités de pilotage et unité de commande), les fonctions de connexion

électriques (grâce aux pistes électriques gravés dans la carte).

- [0078] L'unité centrale de commande UC peut par exemple comporter trois sorties de commande, chaque sortie étant reliée à deux unités électroniques de pilotage 44, afin de commander deux unités de serrage/desserrage 40 de manière simultanée.
- [0079] De manière non limitative, la liaison entre l'unité centrale de commande et les unités électroniques de pilotage peut être une liaison de type point à point. Lors de l'exécution de la séquence de commande, l'unité centrale de commande UC peut activer chacune de ses sorties.
- [0080] En fonctionnement, l'unité centrale de commande UC génère une commande sur sa sortie pour activer au moins une unité de serrage/desserrage du système destinée à la commande d'un anneau de compression localisée du manchon 2. La commande est reçue par l'unité électronique de pilotage 44 de l'unité de serrage/desserrage 40. L'unité électronique de pilotage 44 commandé connecte le fil 43 à alliage de mémoire de forme à la source d'alimentation électrique 6 pour l'alimenter. Sous un courant électrique suffisant, le fil 43 en alliage à mémoire de forme est amené à chauffer. En chauffant le fil 43 se rétracte jusqu'à son état final. En se rétractant, le fil rapproche les deux zones d'accroche Z1, Z2 l'une de l'autre, provoquant la compression au niveau de l'anneau commandé. La rétraction du fil est compensée par la ou les zones ressort de l'unité de serrage/desserrage. Lorsque la commande est interrompue, l'unité électronique de pilotage 44, déconnecte le fil 43 de la source d'alimentation. En refroidissant, le fil 43 retourne vers son état initial. Les moyens ressort contribuent à un retour rapide du fil 43 vers sa forme initiale et permettent une libération rapide de l'anneau commandé. Ce mécanisme peut être reproduit plusieurs fois à intervalles réguliers lors de l'exécution de la séquence de commande.
- [0081] De manière non limitative, dans le cas du traitement d'une pathologie de type lymphoedème au niveau d'un membre, la séquence de commande est adaptée pour réactiver le flux de liquide lymphatique présent dans le membre. Dans une série de trois unités de serrage/desserrage successives du système, la séquence peut consister à activer la première unité de serrage/desserrage du système pour compresser le membre au niveau de cette unité et pousser le flux de liquide lymphatique vers les deux autres unités de serrage/desserrage, puis, tout en maintenant la première unité activée pour éviter tout reflux, à activer la deuxième unité de la série pour continuer à pousser le flux de liquide lymphatique vers la troisième unité de serrage/desserrage située en aval, c'est-à-dire vers la partie proximale du membre à traiter. A chaque fois, la séquence de commande consiste notamment à avoir deux unités de serrage/desserrage actives pour éviter le reflux de liquide lymphatique vers l'amont, c'est-à-dire vers la partie distale du membre à traiter.
- [0082] De manière non limitative, pour assurer le maintien du manchon autour du membre à

traiter et s'adapter aux différentes morphologies, le système peut comporter plusieurs sangles réparties sur toute sa longueur.

[0083] De manière non limitative, les unités de serrage/desserrage peuvent être recouvertes d'un capot de protection.

[0084] Une diode de signalisation lumineuse peut être prévue dans la zone de commande Z3 de chaque unité de serrage/desserrage 40, cette diode permettant d'indiquer à l'utilisateur l'état actif ou inactif de l'unité de serrage/desserrage 40 considérée.

[0085] Le système de compression de l'invention présente de nombreux avantages, parmi lesquels :

- Une solution simple à réaliser car formée uniquement d'un manchon en deux parties principales ;
- Un fonctionnement fiable grâce à des fils en alliage à mémoire de forme ;
- Une maintenance facilitée, car il est aisé de remplacer toute la carte de circuit imprimé en cas de défaillance ;
- Une solution facile à fabriquer, beaucoup de fonctions étant portées par la carte de circuit imprimé ;
- Une solution peu coûteuse ;
- Une solution facilement transportable, à l'inverse des systèmes de compression pneumatiques ;
- Une solution facilement adaptable à toute morphologie ; La partie manchon textile passive et la partie active compressive étant totalement autonomes, il est donc aisé de dissocier ces deux parties et de mettre une partie textile passive plus étroite ou plus large selon la morphologie du membre à traiter, tout en conservant la même partie active du système. Dans le cas du traitement à long terme d'un patient, il sera ainsi possible de faire évoluer le système en tenant compte du changement de morphologie du membre traité (dégonflement progressif du membre dans le cas du traitement d'un lymphœdème).

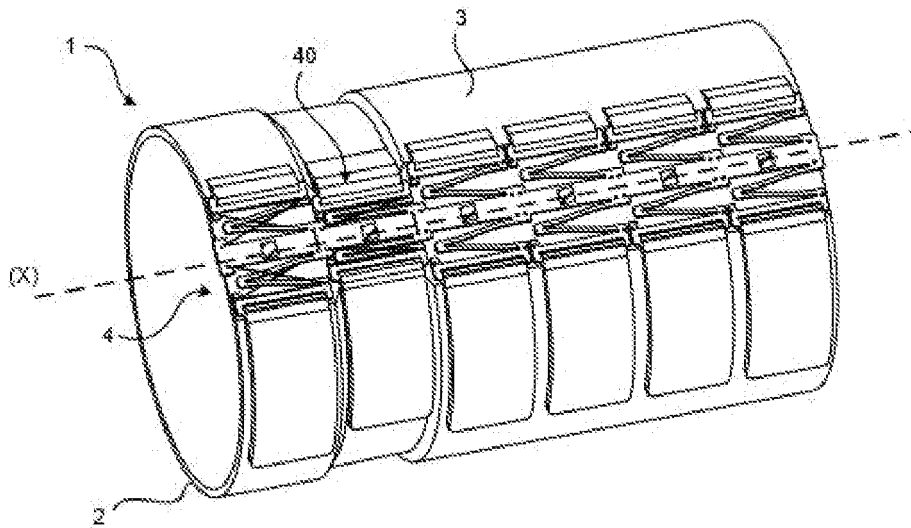
Revendications

- [Revendication 1] Système de compression (1) d'un membre d'un être vivant, comprenant un manchon (2) destiné à être placé autour du membre à traiter, ledit manchon étant composé d'une première partie (3) destinée à envelopper partiellement ledit membre et comportant un premier bord libre (30) et un deuxième bord libre (31), et d'une deuxième partie (4) comportant un dispositif actif de serrage/desserrage agencé entre ledit premier bord libre (30) et ledit deuxième bord libre (31) de la première partie du manchon et comportant plusieurs unités de serrage/desserrage (40) juxtaposés le long dudit manchon, caractérisé en ce que chaque unité de serrage/desserrage (40) comporte :
- Une carte de circuit imprimé (41) qui comporte une première zone d'accroche (Z1) portant un premier organe d'accroche (42) fixé audit premier bord libre (30), une deuxième zone d'accroche (Z2) portant un deuxième organe d'accroche fixé audit deuxième bord libre (31),
 - Au moins un fil (43) en alliage à mémoire de forme tendu entre ladite première zone d'accroche et ladite deuxième zone d'accroche de ladite carte de circuit imprimé (41),
 - Ladite carte de circuit imprimé (41) comportant au moins une zone, dite première zone ressort (ZR1), agencée entre sa première zone d'accroche et sa deuxième zone d'accroche et qui comporte un profil à fonction ressort découpé dans ladite carte, et en ce que
 - Le système comporte des moyens d'alimentation électrique (6) du fil en alliage à mémoire de forme de chaque unité de serrage/desserrage et des moyens de commande (UC) des unités de serrage/desserrage.
- [Revendication 2] Système selon la revendication 1, caractérisé en ce que, pour chaque unité de serrage/desserrage (40), ladite carte de circuit imprimé (41) comporte une zone de commande (Z3) agencée entre la première zone d'accroche (Z1) et ladite zone ressort (ZR1), ladite zone de commande comportant une unité électronique de pilotage (44) configurée pour connecter ou déconnecter le fil (43) de son unité de serrage/desserrage aux moyens d'alimentation électrique (6).
- [Revendication 3] Système selon la revendication 2, caractérisé en ce que, pour chaque unité de serrage/desserrage (40), la première zone ressort (ZR1) de la carte de circuit imprimé (41) est réalisée entre ladite zone de commande (Z3) et la première zone d'accroche (Z1).
- [Revendication 4] Système selon la revendication 2 ou 3, caractérisé en ce que la carte de

- circuit imprimé comporte une deuxième zone ressort (ZR2) de profil à ressort identique à celui de la première zone ressort (ZR1) et positionnée entre sa zone de commande (Z3) et sa deuxième zone d'accroche (Z2).
- [Revendication 5] Système selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les cartes de circuits imprimés de plusieurs unités de serrage/desserrage sont réunies entre elles en une seule carte.
- [Revendication 6] Système selon l'une des revendications 2 à 5, caractérisé en ce que la zone de commande (Z3) porte deux bornes électriques (B1, B2) sur chacune desquelles est connectée une extrémité distincte du fil (43) en alliage à mémoire de forme.
- [Revendication 7] Système selon l'une des revendications 2 à 6, caractérisé en ce que les moyens de commande comportent un microcontrôleur comprenant plusieurs sorties reliées chacune à une ou plusieurs unités électroniques de pilotage (44).
- [Revendication 8] Système selon la revendication 7, caractérisé en ce que le micro-contrôleur est positionné sur la zone de commande (Z3) de la carte de circuit imprimé d'une unité de serrage/desserrage (40) particulière du système.
- [Revendication 9] Système selon la revendication 7 ou 8, caractérisé en ce que le micro-contrôleur est configuré pour mémoriser une séquence de commande des unités de serrage/desserrage (40) du système.
- [Revendication 10] Système selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que chaque profil à fonction ressort est en Z.
- [Revendication 11] Système selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que chaque profil à fonction ressort est en V couché.
- [Revendication 12] Système selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que chaque profil à fonction ressort est en serpentín.
- [Revendication 13] Système selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que chaque profil à fonction ressort est en accordéon.
- [Revendication 14] Système selon l'une des revendications 1 à 13, caractérisé en ce que chaque organe d'accroche (42) comporte un passant découpé dans ladite carte de circuit imprimé (41).

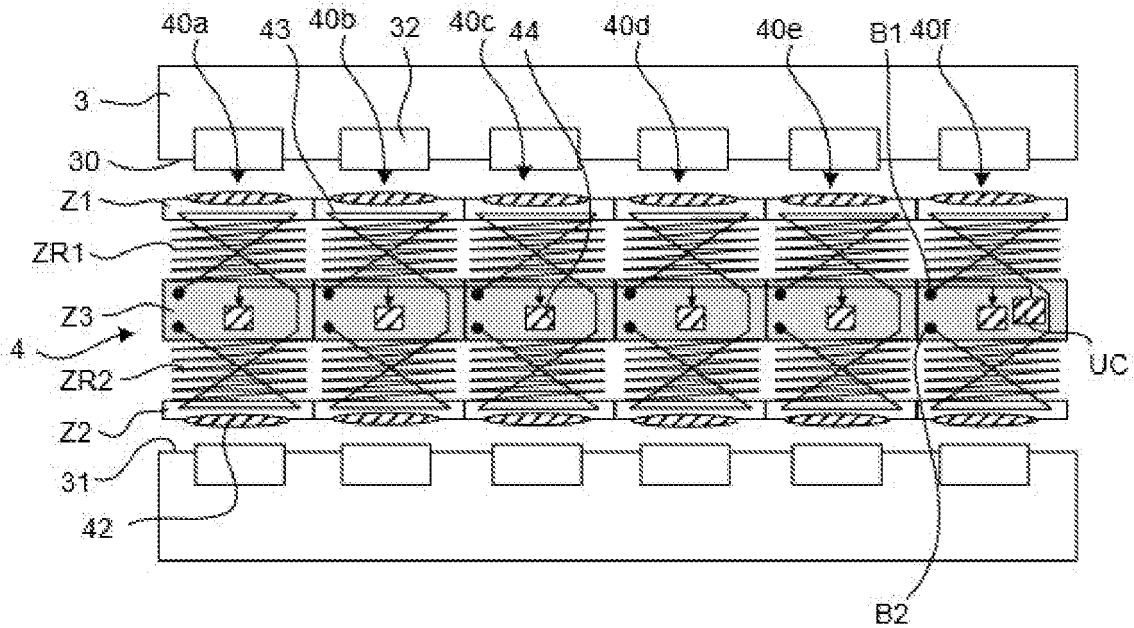
[Fig. 1]

Fig. 1



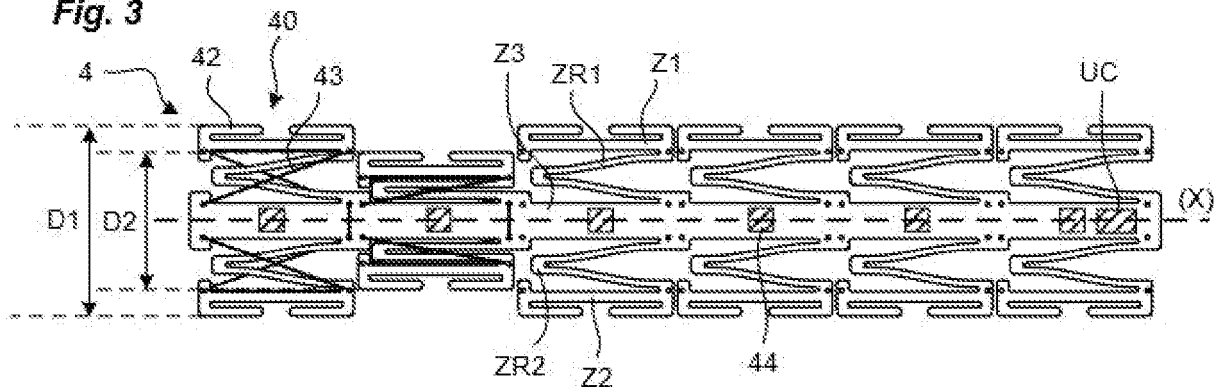
[Fig. 2]

Fig. 2

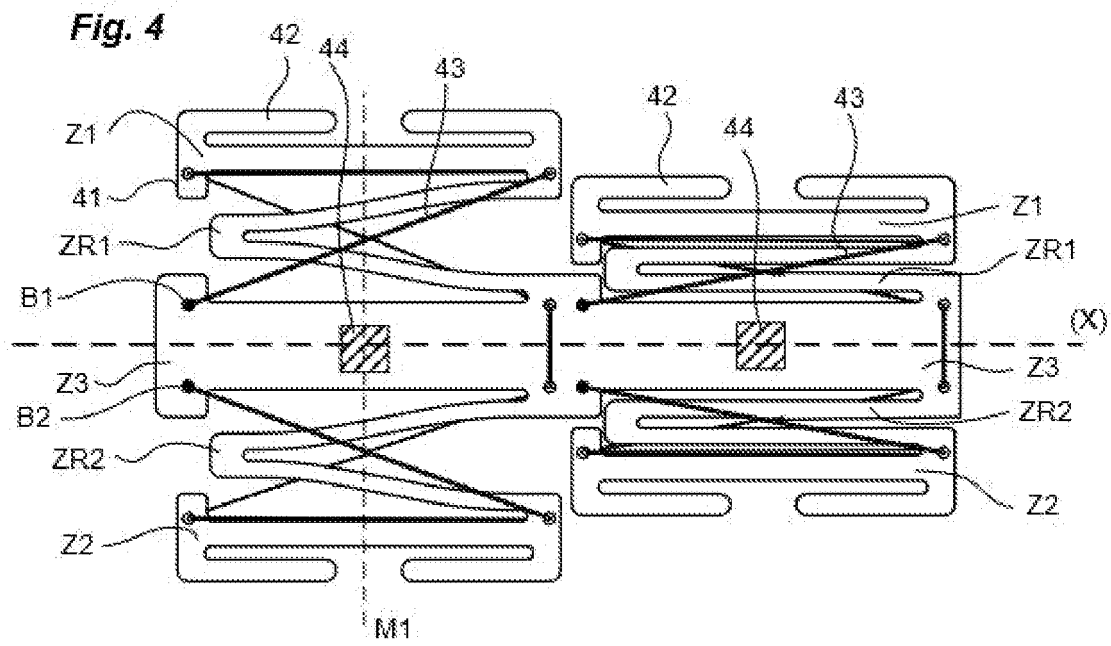


[Fig. 3]

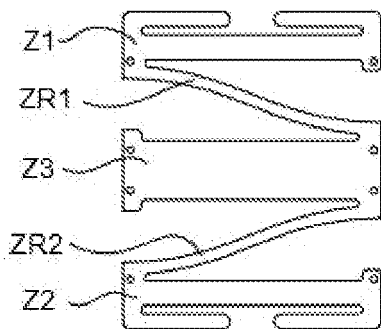
Fig. 3



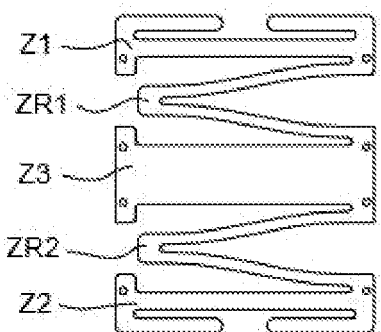
[Fig. 4]



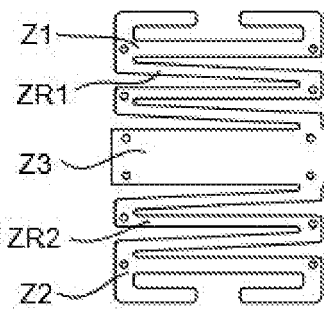
[Fig. 5A]

Fig. 5A

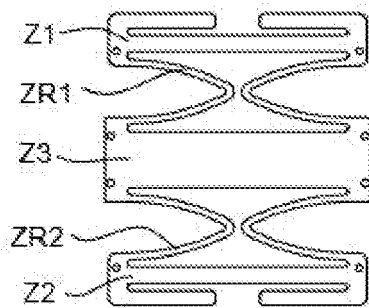
[Fig. 5B]

Fig. 5B

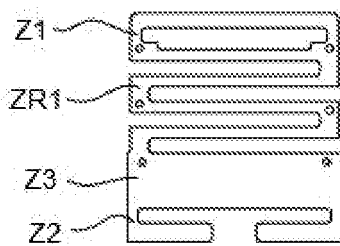
[Fig. 5C]

Fig. 5C

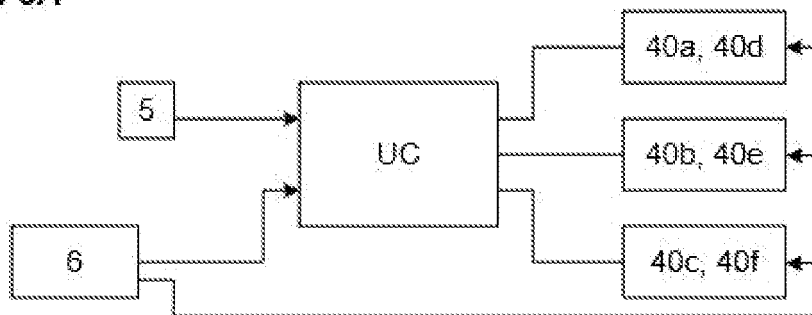
[Fig. 5D]

Fig. 5D

[Fig. 5E]

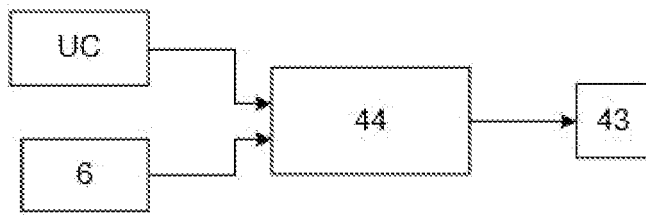
Fig. 5E

[Fig. 6A]

Fig. 6A

[Fig. 6B]

Fig. 6B



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

Le demandeur a maintenu les revendications.

Le demandeur a modifié les revendications.

Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

NEANT

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

DE 10 2008 003124 A1 (OFA BAMBERG GMBH
[DE]) 9 juillet 2009 (2009-07-09)

US 2015/073318 A1 (HOLSCHUH BRADLEY T [US]
ET AL) 12 mars 2015 (2015-03-12)

US 2018/242655 A1 (HOLSCHUH BRADLEY THOMAS
[US] ET AL) 30 août 2018 (2018-08-30)

US 2018/177677 A1 (PAMPLIN JOHN [US] ET
AL) 28 juin 2018 (2018-06-28)

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT