(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 698 538**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **92 14292**

(51) Int Cl[5] : A 61 F 2/60

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt** : 27.11.92.

(30) **Priorité** :

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** 03.06.94 Bulletin 94/22.

(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 :**

(71) **Demandeur(s) :** *Société Anonyme dite : ETABLISSEMENTS PROTEOR* — FR.

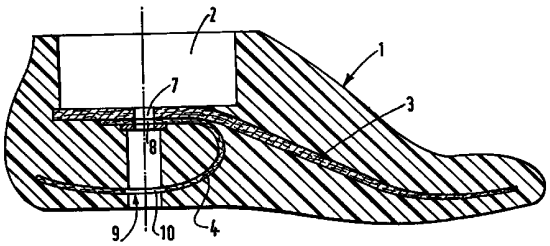
(72) **Inventeur(s) :** Bouchard Jean-Claude.

(73) **Titulaire(s) :**

(74) **Mandataire :** Cabinet Jolly.

(54) Nouvelle structure de pied prothétique à restitution d'énergie.

(57) Cette structure de pied prothétique comprend deux lames ressorts (3, 4) distinctes, déformables indépendamment l'une de l'autre, la première lame (3) s'étendant sensiblement depuis le dessous de l'évidement malléolaire (2) jusqu'à l'extrémité avant du corps (1) et étant inclinée de l'arrière vers l'avant du corps (1), tandis que la seconde lame (4) est disposée à l'arrière de ce corps, sensiblement au-dessous de l'évidement malléolaire (2), et présente, en coupe par un plan vertical longitudinal, une section en U couché dont les deux branches sont dirigées vers l'arrière, la branche supérieure étant en contact avec la face inférieure ou supérieure de la partie arrière de la première lame (3) et étant rigidement solidaire de celle-ci.



FR 2 698 538 - A1

NOUVELLE STRUCTURE DE PIED PROTHETIQUE A RESTITUTION D'ENERGIE.

La présente invention concerne une nouvelle structure de pied prothétique à restitution d'énergie, destinée à limiter la fatigue à la marche d'un amputé d'un membre inférieur équipé d'un tel pied.

On connaît déjà, dans la technique, diverses structures de pied prothétique dans lesquelles une lame ressort, convenablement conformée, fléchit sous le poids du patient, lorsque celui-ci fait porter son poids sur la lame, pour restituer ensuite l'énergie emmagasinée, lorsque le marcheur soulève le pied.

La présente invention concerne une structure de ce type dans laquelle deux lames-ressorts, d'une forme particulière, sont combinées de manière à assurer un double effet de restitution d'énergie, aussi bien lorsque le pied prothétique est en contact avec le sol par sa partie postérieure que par sa partie antérieure, et à permettre ainsi une marche sans à-coups du patient équipé de ce pied.

L'invention a par conséquent pour objet une structure de pied prothétique comprenant un corps en un matériau souple, dont la forme et l'esthétique reproduisent celles d'un pied humain, ce corps présentant à sa partie supérieure, à l'aplomb de la position usuelle du talon, un évidement malléolaire, destiné à recevoir une emboîture équipant le moignon de jambe de l'utilisateur ou un composant d'une prothèse de jambe, tandis qu'à l'intérieur de ce corps est logée au moins une lame formant ressort, déformable élastiquement au cours de la marche de la personne équipée de ce pied prothétique, cette structure étant caractérisée en ce qu'elle comprend deux lames ressorts distinctes, déformables indépendamment l'une de l'autre, la première lame s'étendant sensiblement depuis le dessous de l'évidement malléolaire jusqu'à l'extrémité avant du corps et étant inclinée de l'arrière vers l'avant du corps, tandis que la seconde lame est disposée à l'arrière de ce corps, sensiblement au-dessous de

l'évidement malléolaire, et présente, en coupe par un plan vertical longitudinal, une section en U couché dont les deux branches sont dirigées vers l'arrière, la branche supérieure étant en contact avec la face inférieure ou supérieure de la partie arrière de la première lame et étant rigidement solidaire de celle-ci.

Dans cette structure, on a donc un double effet de restitution d'énergie :

- d'une part, par la première lame, lorsque l'extrémité avant du pied prothétique se soulève, et que, simultanément, la seconde lame est comprimée à l'arrière ;
- d'autre part, par la seconde lame, lorsque l'extrémité arrière du pied prothétique se soulève et que, simultanément, la première lame est comprimée.

Avantageusement, la branche inférieure de la lame à section en U sera légèrement incurvée vers l'autre branche, en faisant par exemple un angle d'environ 7° avec l'horizontale, de manière à définir un profil de roulement.

La combinaison des deux lames déformables élastiquement, dont l'une, la seconde lame à section en U, est disposée à l'arrière du pied prothétique et tournée vers l'arrière, a pour effet que la partie médiane du pied présente une raideur relativement importante.

En revanche, à l'attaque du talon, c'est l'extrémité arrière de la branche inférieure de la seconde lame la plus éloignée du pseudo-centre de roulement ou de pivotement de cette lame, qui est comprimée en premier lieu et l'on obtient donc une attaque très douce au contact de la structure prothétique et du sol. A mesure que le pas de l'utilisateur progresse, le point de contact du pied prothétique avec le sol se rapproche du centre de pivotement de cette seconde lame et il en résulte un accroissement sensible de l'amortissement.

Cet effet d'amortissement pourra avantageusement être renforcé en utilisant un corps constituée d'une matière plastique expansée, par exemple d'une mousse de polyuréthane, dans laquelle sont noyées les lames

élastiquement déformables. Cette matière expansée, comprimée entre les deux branches de la lame à section en U et entre la lame dirigée vers l'avant et le sol, contribuera ainsi à amortir le mouvement du pied prothétique.

Entre les deux branches de la lame à section en U, un évidement pourra avantageusement être ménagé dans la matière plastique expansée, de manière à permettre à celle-ci de se déformer aisément. Cet évidement pourra, par exemple, être cylindrique et être disposé au droit de l'évidement malléolaire, par exemple coaxialement à cet évidement.

Comme il a été indiqué, la partie centrale du pied est suffisamment rigide et elle se prête ainsi à une utilisation aisée du pied au repos.

Afin de favoriser son utilisation pour la marche, la partie antérieure du pied devra avoir une rigidité décroissant rapidement depuis la partie centrale jusqu'à l'extrémité avant. Dans ce but, la première lame inclinée vers l'avant, aura de préférence une épaisseur qui décroîtra de façon sensiblement régulière depuis l'évidement malléolaire jusqu'à son extrémité avant. La seconde lame pourra elle aussi avoir une épaisseur décroissante depuis sa partie en contact avec la première lame jusqu'à l'extrémité libre de sa branche inférieure, de manière à pouvoir moduler sa souplesse.

Les lames utilisées pourront être en tout matériau déformable élastiquement, présentant les caractéristiques de souplesse requises. La Demanderesse a utilisé avantageusement dans ce but un matériau composite constitué de fibres de verre et/ou de fibres de carbone tissées, éventuellement noyées dans une résine thermoplastique ou thermodurcissable, qui permettent de conférer aux lames, en jouant sur l'orientation des fibres, une structure rigide dans le sens longitudinal et relativement souple dans le sens transversal. Tout autre matériau offrant un effet de ressort peut être utilisé.

Le pied prothétique conforme à l'invention apporte

donc aux amputés du membre inférieur un confort d'utilisation inégalé, du fait de son effet de restitution d'énergie, de l'amortissement des mouvement effectués longitudinalement et transversalement, et de son adaptation aux inégalités du sol. Il assure un déroulement sans à-coups du pas de l'utilisateur et se comporte vis-à-vis de celui-ci comme s'il était équipé d'une articulation malléolaire.

On notera, à ce propos, que le fait de recourber légèrement vers le haut l'extrémité libre de la branche inférieure de la lame arrière à section en U a pour effet, au cours de la marche, d'exercer une action de roulement et de propulser le pied dans le sens de la marche, sans entraîner de contrainte sensible au niveau du moignon de l'utilisateur logé dans l'évidement malléolaire.

L'enveloppe du pied prothétique aura de préférence une forme s'approchant au mieux de celle d'un pied. En particulier, on pourra y prévoir, dans ce but, une partie simulant un gros orteil séparé de la masse des autres orteils et l'on ménagera à cet effet un évidement longitudinal à l'extrémité avant de la lame inclinée vers l'avant, afin de séparer du corps de celle-ci une partie qui viendra renforcer la masse du gros orteil.

Les dessins schématiques annexés, qui n'ont pas de caractère limitatif, illustrent une forme de mise en oeuvre de l'invention. Sur ces dessins :

- La figure 1 est une coupe longitudinale de la structure de pied prothétique ;
- La figure 2 est une vue de dessus de la première lame longitudinale inclinée vers l'avant ;
- La figure 3 est une vue en perspective de dessous de la seconde lame à section en U.

Comme on le voit sur la figure 1, la structure de pied prothétique conforme à l'invention comporte un corps 1 en une matière plastique expansée, par exemple en polyuréthane, dont la forme reproduit celle d'un pied humain. Le corps 1 pourra être gainé d'une pellicule, non représentée, formant peau.

A la partie supérieure de ce pied est ménagé un évidement malléolaire 2, de forme sensiblement cylindrique, à axe vertical, destiné à recevoir une emboîture équipant le moignon de l'utilisateur ou un organe d'une prothèse de jambe.

A l'intérieur de la masse du corps 1 sont noyées deux lames-ressort, 3 et 4, en un matériau élastiquement déformable.

La lame 3 s'étend sensiblement suivant toute la longueur du pied et elle part de la base de l'évidement 2, dont elle est sensiblement contiguë pour s'étendre jusqu'à l'extrémité avant du pied. Comme on le voit sur la figure 2, un évidement 5 est ménagé à l'extrémité avant de la lame 3, pour y définir une partie 6, destinée à venir renforcer une partie du corps 1 simulant un gros orteil.

Cette lame 3 a une épaisseur qui décroît de façon régulière depuis la base de l'évidement 2 jusqu'à son extrémité avant, de manière à présenter une souplesse accrue depuis la partie médiane du pied jusqu'à son extrémité.

La lame 4, disposée à l'arrière du pied, au dessous de l'évidement malléolaire 2, a, dans un plan longitudinal vertical, une section en U couché, dont les deux branches sont dirigées vers l'arrière du pied. La branche supérieure de la lame 4 est appliquée contre la face inférieure de la lame 3 et est rendue solidaire de celle-ci par collage et/ou par une vis (non représentée), qui est engagée dans des lumières 7, 8, des deux lames disposées en regard de l'évidement 2 et qui coopère avec un écrou. On notera que pour pouvoir engager la vis ou l'écrou, un évidement 9 sensiblement cylindrique est ménagé dans le corps 1, au droit des lumières 7 et 8, depuis l'évidement 2 jusqu'à la base du corps 1. Cet évidement 9 peut être coaxial à l'évidement 2. De même, pour laisser le passage à la vis ou l'écrou, une lumière 10 est ménagée dans la branche inférieure de la lame 4, à l'aplomb des lumières 7 et 8.

L'extrémité libre de la branche inférieure de la lame

4 à section en U est très légèrement recourbée vers le haut, par exemple d'un angle de 7°, afin, comme expliqué ci-dessus, de pouvoir produire un effet de roulement lorsque la partie postérieure du pied appuie sur le sol. La branche inférieure de la lame 4 pivote ainsi, en exerçant un effet d'amortissement et en opposant une résistance croissante à mesure que le pas progresse, lorsque le pied vient en contact avec le sol.

La partie centrale du pied est celle qui présente le moins de souplesse et celle-ci va à nouveau en croissant jusqu'à l'extrémité avant de la lame 3, du fait de la diminution d'épaisseur de celle-ci.

La matière plastique expansée dont est constitué le corps 1 permet d'absorber les inégalités su sol. En outre, elle contribue naturellement à l'effet d'amortissement, puisqu'elle est comprimée entre les deux branche du U de la lame 4 et entre la lame 3 et le sol. L'évidement 9 ménagé dans la matière plastique favorise d'ailleurs la déformation de celle-ci entre les branches de la pièce 4.

La lame 4 pourra, elle aussi, avoir une épaisseur décroissante depuis la partie en contact avec la lame 3 jusqu'à l'extrémité libre de la branche inférieure, afin de pouvoir moduler sa souplesse.

Comme il a été indiqué ci-dessus, les lames 3 et 4 pourront avantageusement être réalisées en fibres de carbone et/ou de verre tissées, éventuellement noyées dans une matière thermoplastique ou thermodurcissable, de manière à pouvoir jouer sur l'orientation des nappes de fibres pour obtenir une certaine raideur dans le sens longitudinal du pied et une souplesse dans le sens transversal.

L'évidement 2 permet d'adapter le pied aussi bien au moignon d'une personne amputée d'un membre inférieur qu'à un organe d'une prothèse de la jambe.

On notera que l'effet de roulement de la lame 4 et la souplesse croissante du pied, à partir de sa partie médiane, vers l'avant, d'une part, vers l'arrière, d'autre part, confèrent à ce pied des propriétés comparables à

celles qui résulteraient de l'utilisation d'une articulation malléolaire, alors que les moyens utilisés conformément à la présente invention sont beaucoup plus simples que ceux de la technique antérieure.

REVENDICATIONS

1. Structure de pied prothétique comprenant un corps (1) en un matériau souple, dont la forme et l'esthétique reproduisent celles d'un pied humain, ce corps présentant à sa partie supérieure, à l'aplomb de la position usuelle du talon, un évidement malléolaire (2), destiné à recevoir une emboîture équipant le moignon de jambe de l'utilisateur ou un composant d'une prothèse de jambe, tandis qu'à l'intérieur de ce corps est logée au moins une lame formant ressort, déformable élastiquement au cours de la marche de la personne équipée de ce pied prothétique, cette structure étant caractérisée en ce qu'elle comprend deux lames ressorts (3, 4) distinctes, déformables indépendamment l'une de l'autre, la première lame (3) s'étendant sensiblement depuis le dessous de l'évidement malléolaire (2) jusqu'à l'extrémité avant du corps (1) et étant inclinée de l'arrière vers l'avant du corps (1), tandis que la seconde lame (4) est disposée à l'arrière de ce corps, sensiblement au-dessous de l'évidement malléolaire (2), et présente, en coupe par un plan vertical longitudinal, une section en U couché dont les deux branches sont dirigées vers l'arrière, la branche supérieure étant en contact avec la face inférieure ou supérieure de la partie arrière de la première lame (3) et étant rigidement solidaire de celle-ci.

2. Structure de pied prothétique selon la revendication 1, caractérisée en ce que la branche inférieure de la seconde lame (4) à section en U est légèrement incurvée vers l'autre branche, de manière à définir un profil de roulement.

3. Structure de pied prothétique selon l'une des revendication 1 et 2, caractérisée en ce que la seconde lame (4) a une épaisseur décroissante depuis sa partie en contact avec la première lame (3) jusqu'à l'extrémité libre de la branche inférieure.

4. Structure de pied prothétique selon l'une des revendication 1 et 2, caractérisée en ce que la première lame (3) présente une épaisseur décroissant de façon

sensiblement régulière depuis sa partie en contact avec la branche supérieure de la seconde lame (4) jusqu'à son extrémité avant.

5. Structure de pied prothétique selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que les lames-ressorts (3, 4) sont en fibres de verre et/ou de carbone tissées, éventuellement imprégnées d'une résine thermoplastique ou thermodurcissable, et en ce que les nappes de fibres sont orientées de manière à présenter une certaine rigidité dans le sens longitudinal du pied et une certaine souplesse dans le sens transversal.

6. Structure de pied prothétique selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le corps (1) est en une matière plastique expansée.

7. Structure de pied prothétique selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que le corps (1) présente un évidement (9) à l'aplomb de l'évidement malléolaire (2).

8. Structure de pied prothétique selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que l'extrémité avant de la première lame-ressort (2) comporte un évidement (5) définissant une partie (6) engagée comme pièce de renfort dans une partie du corps (1) en forme de gros orteil.

FIG.1

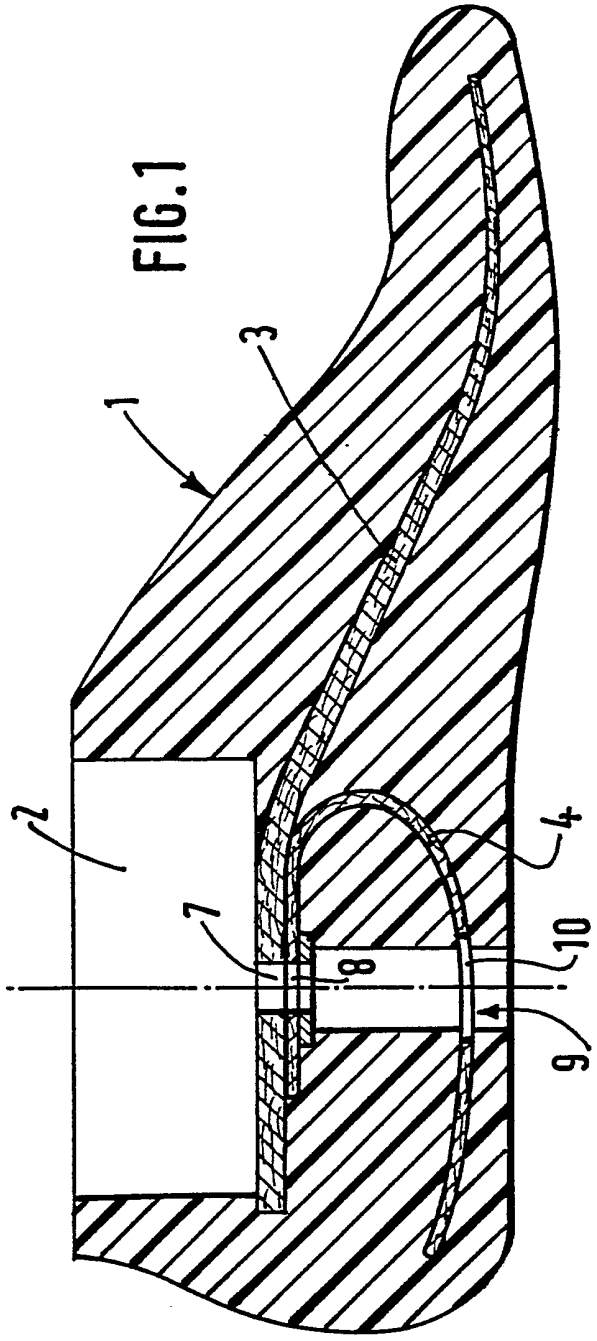


FIG.3

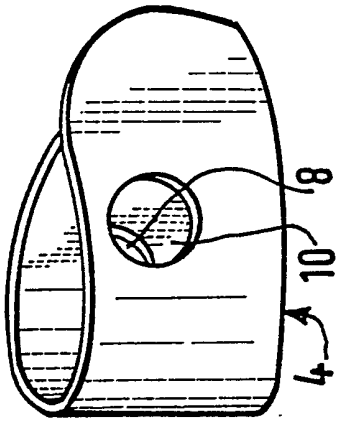
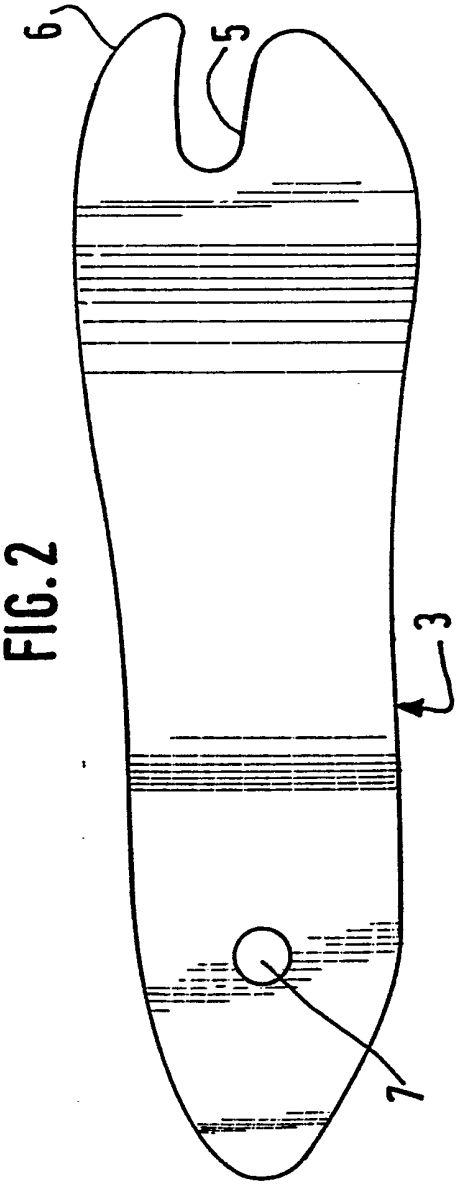


FIG.2



REPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE

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

2698538

N° d'enregistrement national

FR 9214292
FA 479348

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendications concernées de la demande examinée
A	WO-A-8 909 036 (SABOLICH, INC.) * abrégé; figures 1-5 *	1,3-7
A	US-A-2 440 075 (CAMPBELL) * colonne 2, ligne 1 - ligne 23; figures 1,2 *	1
A	US-A-2 556 525 (DRENNON) * colonne 1, ligne 36 - ligne 43; figure 1 *	1,2,6
A	US-A-4 547 913 (PHILLIPS) * abrégé; figures 1,2 *	1,3-6
A	US-A-5 037 444 (PHILLIPS) * abrégé; figure 1 *	1,3-5

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)

A61F

Date d'achèvement de la recherche
11 AOUT 1993

Examinateur
KANAL P.

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

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

EPO FORM 1503 03.82 (P0413)

1