(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 694 696**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **92 10041**

(51) Int Cl[5] : A 61 L 31/00, A 61 B 17/58, 17/064

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt** : 14.08.92.

(30) **Priorité** :

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande :** 18.02.94 Bulletin 94/07.

(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) :** *MEMOMETAL INDUSTRIES Forme juridique: Société Anonyme* — FR.

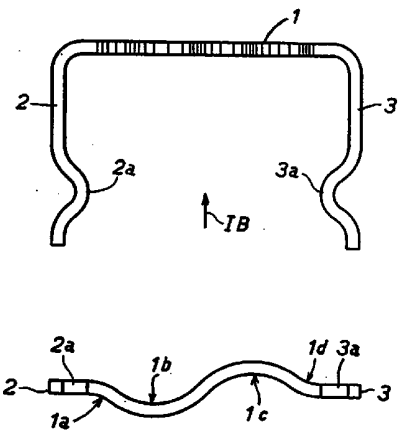
(72) **Inventeur(s) :** Prandi Bernard.

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

(74) **Mandataire :** Cabinet Bonnet Thirion Foldès G.

(54) Pièce contentive pour ostéosynthèse, notamment agrafe, en alliage à transition austénite/martensite proche de la température ambiante.

(57) La pièce contentive a la forme d'une agrafe avec une traverse (1) réunissant deux branches (2, 3) perpendiculaires à la traverse (1). Cette traverse, dans un plan perpendiculaire aux branches (2, 3), présente une forme ondulée formée de quatre arcs de cercles (1a, 1b, 1c, 1d) de même rayon, et qui se compensent le long d'une ligne droite joignant les branches (2, 3). La pièce est constituée en alliage nickel titane à transition austénite/martensite. La forme décrite ci-dessus, première, appartient à la structure austénitique; en structure martensite, la traverse (1) peut être allongée en forme seconde rectiligne, avec des déformations relatives de l'ordre de 6%. Après implantation des branches (2, 3) dans un os de part et d'autre d'une fracture le retour à la structure austénitique entraîne un retour à la forme première, des cambrages (2a, 3a) serrant l'os de part et d'autre de la fracture.



FR 2 694 696 - A1

"Pièce contentive pour ostéosynthèse, notamment agrafe, en alliage à transition austénite/martensite proche de la température ambiante"

L'invention se rapporte à une pièce contentive, pour maintenir en place sous appui deux portions d'os séparées par une surface de fracture, exécutée en un métal à transition austénite/martensite proche de la température ambiante, cette pièce comportant, entre deux zones de liaison à l'os, une partie active présentant, en structure austénitique, une forme première déterminée, et étant susceptible de prendre, par transition thermoélastique vers la structure martensitique, une forme seconde où la distance entre zones de liaison est supérieure à la distance en forme première.

Il existe toute une littérature sur ce que l'on appelle couramment "alliages à mémoire de forme" qui présentent, de part et d'autre d'une température de transition, une structure cristalline austénitique stable à chaud, et une structure martensitique stable à froid. La structure austénitique présente une courbe de déformations sous contrainte, avec une région de déformations élastiques réversibles puis une région en palier de déformations plastiques. La structure martensitique présente une étroite première région de déformation élastique, puis une région en palier de déformations plastiques réversibles jusqu'à un seuil, qui est pour des alliages usuels de l'ordre de 8%, une région de déformation élastique d'allure normale, puis une région de déformation plastique classique de faible longueur.

L'expression d'alliage à mémoire de forme vient de ce qu'une pièce, qui a été conformée dans sa structure austénitique, puis a subi une transformation en structure martensitique, par exemple par refroidissement en-dessous de la température de transition peut se voir imposer une forme seconde modifiée, mais retrouve sa forme première par retour à la structure austénitique, dans la mesure

toutefois où les modifications de forme en structure martensitique n'ont pas dépassé le seuil qui limite la région de déformation plastique réversible.

De plus, il est possible de faire acquérir à la pièce une forme seconde définie en structure martensitique, et différente de la forme première en lui faisant décrire des cycles successifs de transition austénite/martensite, et en imposant à chaque fois que la pièce est en structure martensitique, la forme seconde. Après une telle opération, désignée couramment par "éducation", le passage à la structure martensitique fait prendre à la pièce la forme seconde, et le retour à la structure austénitique lui fait reprendre sa forme première. La plupart des applications des alliages à mémoire de forme tirent parti des transformations d'une forme en l'autre par modification de température.

En ostéosynthèse classique, l'alliage est choisi avec une température de transition un peu inférieure à l'ambiante, pour que la forme seconde soit obtenue avec sécurité entre 0° et 10°C, et qu'à la température de l'organisme (vers 37°C) la pièce soit en forme première en structure austénitique de façon fiable.

D'autre part, la température de transition entre structures austénitique et martensitique est déplacée par l'application de contraintes extérieures, avec accroissement de température de transition lorsque les contraintes sont accrues. Ainsi, à une température un peu supérieure à la température de transition en l'absence de contrainte, l'application de contraintes extérieures à l'alliage peut induire l'apparition de structure martensitique déformable, tandis que le relâchement de ces contraintes ramène la structure austénitique. De plus, les déformations consécutives à l'application de contraintes extérieures se produisent sous contraintes constantes tant qu'elles restent inférieures au seuil déjà évoqué de 8%. C'est ce qu'on appelle le phénomène de superélasticité.

Dans le domaine de l'ostéosynthèse, on a proposé (FR-2 668 361) des plaques d'ostéosynthèse en métal à mémoire de forme qui ont été éduquées pour se présenter sous forme rectiligne à une température inférieure à la température de transition thermoélastique, et une forme ondulée à une température supérieure à la température de transition. Lorsque ces plaques, conservées à froid dans leur forme seconde rectiligne sont implantées et fixées dans un os de part et d'autre d'une surface de fracture, elles prennent progressivement la température du corps, et mettent la surface de fracture en compression par retour à la forme première. Ce même document décrit des agrafes avec deux branches à insérer de part et d'autre de la fracture à l'os à réparer, branches éduquées pour se déformer et se rapprocher sous l'effet de la température au-delà de la température de transition, ces branches étant en outre reliées l'une à l'autre par une base de raccordement susceptible d'ondulations.

Ces plaques et agrafes présentent un certain nombre d'insuffisances. Le traitement dit d'éducation est long et onéreux, d'autant qu'il s'applique à des pièces de petites dimensions, dont la manipulation est difficile et la mise en forme demande un outillage précis pour que les formes soient reproductibles. Le taux d'éducation est relativement aléatoire, même d'un point à un autre de la pièce, ce qui se traduit par des dispersions de formes aussi bien première (austénitique) que seconde (martensitique). Par ailleurs, les écrouissages induits par les cycles d'éducation, et les taux variables de déformations entre formes première et seconde peuvent faire varier localement la température de transition, avec pour conséquence que le passage de la forme seconde à la forme première s'exécute progressivement, la pièce prenant alors des formes intermédiaires incontrôlées et une reprise de forme imparfaite. La reprise de la forme première induit alors des torsions indésirables. Enfin, le traitement d'éducation entraîne lors de son exécution ou de l'utilisation, une

casse non négligeable, notamment lorsqu'il induit des déformations locales supérieures au seuil de plasticité réversible.

Pour pallier de tels inconvénients, l'invention propose une pièce contentive, pour maintenir en place sous appui deux portions d'os séparées par une surface de fracture, exécutée en un métal à transition austénite/martensite proche de la température ambiante, cette pièce comportant, entre deux zones de liaison à l'os, au moins une partie active présentant, en structure austénitique, une forme première déterminée, et étant susceptible de prendre, par transition thermoélastique vers la structure martensitique une forme seconde où la distance entre zones de liaison est supérieure à la distance en forme première, caractérisée en ce que les écarts géométriques entre formes seconde et première se compensent en moyenne le long d'un cheminement d'une zone de liaison à l'autre suivant une fibre neutre de forme première, et induisent des déformations relatives locales inférieures à 8%, et sensiblement constantes parallèlement à la fibre neutre, sur l'essentiel des parties actives.

La Demanderesse s'est rendue compte que, contrairement à l'opinion répandue, l'"éducation" des pièces contentives était non seulement inutile, mais nuisible, s'agissant de pièces à usage unique dont la forme première doit être précise et reproductible, tandis que la forme seconde autorise des tolérances plus larges, dans la mesure où le retour à la forme première est fiable. Il était donc suffisant, après avoir conformé la pièce selon la forme première par cambrage et relâchement des tensions internes en structure austénitique, d'amener les pièces contentives à leur forme première définie, puis de leur conférer leur forme seconde à une température suffisamment basse, soit dans le domaine superélastique, soit en-dessous de la température de transition sans contrainte. On peut alors, soit les utiliser immédiatement, soit les stocker en figeant la structure martensitique à basse température.

Comme on n'effectue qu'un seul cycle forme première-forme seconde-forme première, cette dernière n'est pas sensiblement altérée, et il devient possible de contrôler efficacement les taux de déformation pour passer à la forme seconde sans sortir de la région de déformations plastiques réversibles, et de respecter les écarts entre formes seconde et première pour qu'ils se compensent en moyenne le long d'un cheminement allant d'une zone de liaison à l'autre suivant une fibre neutre de forme première, et ne dépassent en aucun point le taux maximum de 8%. Grâce à la compensation des écarts le long de la partie active, le passage de la forme seconde à la forme première se traduit par un rapprochement des zones de liaison suivant une droite, sans composantes indésirables de flexion ou de torsion. La constance des déformations, parallèlement à la fibre neutre, sur l'essentiel des parties actives assure que la température de transition martensite/austénite est également constante sur l'étendue essentielle des parties actives. On comprend que, par constance des déformations, on entendra le confinement des taux de déformations à une gamme où la température de transition est constante à quelques degrés centigrades près. Par ailleurs, cette constance ne vaut que parallèlement à la fibre neutre, puisque, transversalement à une fibre neutre, les déformations varient de façon monotone d'une extension à une compression, de façon symétrique. Enfin, il va sans dire que aux transitions entre partie active et partie passive les déformations passent d'une valeur finie à une valeur nulle sur un intervalle de longueur non nulle. En parlant de l'essentiel des parties actives, on veut signifier que le tracé théorique des parties actives détermine des transitions brusques de déformation, dont la raideur est atténuée par les réactions élastiques vraies du métal. L'exécution des pièces contentives est grandement simplifiée, et les rebuts résultant de l'éducation supprimés.

De préférence, les déformations relatives entre forme seconde et forme première sont comprises entre 2 et 6%. On évite ainsi de sortir de la région de déformation plastique réversible en raison d'une dispersion inévitable de fabrication, et l'on assure de moindres variations de la température de transition sous l'effet de contraintes, de sorte que la totalité des parties actives franchissent la transition en même temps.

Le matériau préféré est un alliage de nickel et titane, sensiblement à égalité stoéchiométrique, atome pour atome. Cet alliage présente des températures de transition appropriées, et est biologiquement compatible.

Dans un mode d'utilisation, la forme seconde est figée en basse température, avec une structure martensitique stabilisée. C'est alors en prenant la température de l'organisme que la pièce reprend sa forme première. On dispose alors d'un délai entre l'implantation et le serrage de la fracture par la pièce.

Dans un autre mode d'utilisation la pièce contentive, en forme première, est amenée à sa forme seconde par transition sous contrainte extérieure, par exemple par serrage dans une pince. En relâchant les contraintes par desserrage de la pince après implantation, la pièce tend immédiatement à reprendre sa forme première, en resserrant les lèvres de la fracture. On notera que, les contraintes étant, dans la transition sous contrainte, sensiblement indépendantes du taux de déformation (celui-ci restant inférieur à 8%, bien entendu), l'effort de serrage de la pièce est sensiblement constant tant que la forme première n'est pas retrouvée.

La forme d'exécution préférée de la pièce contentive est une agrafe qui comporte classiquement deux branches dans un même plan, sur lesquelles se trouvent les zones de liaison ou appui sur l'os, et réunies par une traverse. La partie active s'étend au moins sur la traverse dont la forme première est ondulée dans un plan sensiblement perpendiculaire au plan des branches, celles-ci étant, au

moins en forme seconde, généralement droites et normales au plan de traverse.

Cette disposition ajoute, aux agrafes classiques, les avantages liés à l'invention.

Dans un mode particulier de réalisation, la partie active s'étend en outre sur les branches, dont la forme première correspond à des arcs de cercle avec des concavités tournées l'une vers l'autre. Dans ce mode de réalisation, les zones de liaison à l'os sont localisées aux extrémités distales des branches. La disposition en arc de cercle des branches en forme première assure que, mises en forme seconde droite suivant une tangente à l'arc de cercle au raccordement avec la traverse, ces branches présentent, sur toute leur longueur, un taux de déformation uniforme.

Dans un autre mode de réalisation, la partie active est confinée à la traverse, les branches présentant, sur une partie intermédiaire de leur longueur, des cambrages à convexités tournées l'une vers l'autre. Dans cette forme de réalisation, les zones de liaison à l'os sont constituées par les sommets des cambrages convexes. Cela évite que les pointes des branches s'incrustent dans l'os et soient enrobées d'os en croissance. Les agrafes peuvent alors être facilement enlevées sans les couper, de sorte qu'il n'est pas à craindre que des particules métalliques restent dans l'organisme du patient (fragments ou éclats).

Des caractéristiques secondaires, et les avantages de l'invention ressortiront d'ailleurs de la description qui va suivre, à titre d'exemple, en référence aux dessins annexés dans lesquels:

- la figure 1A représente, en élévation latérale, une pièce contentive en forme d'agrafe selon l'invention;

- la figure 1B représente, en forme première, la pièce contentive vue suivant la flèche IB de la figure 1, également en forme première;

- la figure 1C représente, vue de dessus, la pièce contentive des figures 1A et 1B, en forme seconde;

- les figures 2A et 2B représentent schématiquement la mise en place de l'agrafe selon les figures 1A-1C, de part et d'autre d'une fracture d'os;

- les figures 3A à 3C représentent schématiquement la mise en place d'une variante de pièce contentive.

Selon la forme de réalisation choisie et représentée aux figures 1A et 1B, la pièce contentive est une agrafe avec une traverse 1 réunissant deux branches 2 et 3, généralement droites et, perpendiculaires à la traverse 1, et situées dans un même plan, qui est le plan de la figure 1A. Vers leur extrémité distale, les branches 2 et 3 présentent des cambrages 2a, 3a tournés l'un vers l'autre. L'agrafe est constituée en alliage de nickel et titane, sensiblement à égalité stoéchiométrique, autrement dit comptant autant d'atomes de titane que de nickel.

La composition pondérale correspondante est 55% de nickel et 45% de titane. Les conditions d'élaboration métallurgique sont réglées, de façon connue pour que, au-dessus de 37°C, l'alliage présente une structure cristalline austénitique quelles que soient les contraintes extérieures et l'histoire antérieure de la pièce, et que en-dessous de 5°C, l'alliage présente une structure cristalline martensitique quelle que soit l'histoire antérieure de la pièce. Les températures de transition varient dans cet intervalle 5°-37°C en fonction des contraintes extérieures et du sens de la transition, croissant avec les contraintes extérieures, et étant plus élevée dans le sens martensite/austénite que dans le sens austénite/martensite. Dans le cadre de ces lois connues, les ajustements des températures de transition pourront répondre à des situations particulières, notamment par dopage avec un métal comme fer, vanadium ou autre.

Comme on le voit mieux sur la figure 1B, la traverse 1 est ondulée dans un plan perpendiculaire à la direction générale des branches 2 et 3, cette ondulation se composant de quatre segments en arcs de cercle 1a, 1b, 1c, 1d, de même rayon de fibre moyenne, et de concavité alternée, les

segments 1a et 1c ayant leurs concavités tournées vers le bas de la figure 1B, tandis que les segments 1b et 1d ont leurs concavités tournées vers le haut de la figure. En outre, les segments 1b et 1c ont une étendue de 75° et les segments 1a et 1d une étendue de 30°. L'agrafe a été conformée, avec la traverse 1 et les branches 2 et 3, pour avoir la forme représentée aux figures 1A et 1B en structure austénitique, qui sera dite forme première. On remarquera que, dans cette forme première, la traverse 1 est telle que les écarts des différents segments en arc de cercle 1a, 1b, 1c, 1d par rapport à un plan passant par les fibres moyennes des branches se compensent exactement, dans un cheminement allant du raccordement de la branche 2 à celui de la branche 3. De plus, les déformations étant fonction du rayon de courbure sont constantes longitudinalement tout le long de l'arc avec des transitions sur des distances très courtes aux transitions entre arcs.

La figure 1C représente, vue de dessus, l'agrafe des figures 1A et 1B, mise en forme seconde en structure martensitique.

En forme seconde 1', la traverse est rectiligne, les ondulations étant lissées par serrage entre des becs parallèles 10a et 10b d'une pince.

On notera que la traverse en forme seconde 1' est allongée longitudinalement d'une branche à l'autre par rapport à la forme première 1 d'environ 7%. Par ailleurs, le rayon R des segments en arc de cercle sur la fibre moyenne a été choisi en fonction de la largeur "e" de la traverse 1 dans le plan de figure 1B tel que $\frac{e}{2R}$, qui représente la différence relative de longueur entre la fibre moyenne de la traverse et les fibres latérales externes soit inférieur à 8% et en pratique d'environ 6%, pour rester dans la fourchette de sécurité (2-6%) des déformations plastiques réversibles du métal en structure martensitique. Il va sans dire que ces différences

relatives de longueur des fibres des segments en arc de cercle se traduisent par des déformations relatives égales et de sens opposés lors du passage en forme seconde 1' rectiligne, où toutes les fibres sont de longueurs égales.

La prise de forme seconde peut s'effectuer de deux façons différentes:

- On peut refroidir l'agrafe en forme première pour qu'elle ait une structure martensitique sans contrainte, puis on la serre entre deux becs ou mors parallèles 10a, 10b pour lui imprimer sa forme seconde 1', et enfin on la stocke à basse température dans cette forme seconde jusqu'au moment de l'implanter. On parle de transitions thermiques.

- On peut également, l'agrafe en forme première étant à une température supérieure à la température de transition austénite/martensite, mais proche de cette température, on serre l'agrafe entre becs ou mors parallèles 10a, 10b pour provoquer la transition austénite/martensite par application de contraintes extérieures et lui imprimer ainsi sa forme seconde; dans ce processus, le relâchement de la contrainte extérieure de serrage induit une transformation martensite/austénite. On parle alors de transitions superélastiques.

Dans la pratique, pour des pièces appelées à travailler en mode à transitions superélastiques, la température de travail est la température ambiante, soit dans la fourchette 18°-25°C, et l'on élabore l'alliage pour régler la température de transition austénite/martensite sans contrainte extérieure soit de quelques degrés inférieure à 18°C.

Pour la mise en place, on se référera plus particulièrement aux figures 2A et 2B. L'agrafe étant en forme seconde, avec des branches 2 et 3 non modifiées par rapport à la forme première, mais la traverse étant en forme rectiligne 1', on insère les branches 2 et 3 dans deux forages 22 et 23 pratiqués dans deux portions d'os 20a et 20b, de part et d'autre d'une surface de fracture 25.

L'écartement des forages est tel que, la traverse étant en forme seconde 1' rectiligne, les branches 2 et 3 pénètrent librement dans les forages 22 et 23, tandis que, lorsque la traverse est revenue en forme première 1, par retour de la totalité du métal d'agrafe à la structure austénitique, les cambrages 1a et 3a viennent porter sur les parois des forages 22 et 23, et mettent en compression la surface de fracture 25 par appui des portions d'os l'une contre l'autre, pour faciliter la formation d'un cal de consolidation en assurant une position relative correcte des portions 20a et 20b.

On appréciera que les appuis des cambrages 2a et 3a sont sensiblement à la même profondeur dans les forages 22 et 23, pour s'opposer efficacement à un déplacement relatif des portions d'os 20a et 20b qui se traduisent nécessairement par un écartement des cambrages.

Par ailleurs, la forme arrondie des cambrages 1a et 3a évite qu'ils viennent s'arc-bouter sur la paroi des forages, notamment lors de leur enlèvement.

L'agrafe représentée aux figures 3A à 3C présente, en forme première (figure 3A) une traverse ondulée 11 analogue à celle qui est représentée figure 1B, reliant deux branches 12 et 13 en arc de cercle avec leurs extrémités distales 12a, 13a rapprochées l'une de l'autre de sorte que leurs concavités sont tournées l'une vers l'autre, tandis que leurs extrémités proximales se rattachent à la traverse 11 sensiblement perpendiculairement.

En forme seconde (figure 3B) la traverse 11' et les branches 12' et 13' sont rectilignes, les angles droits où se raccordent les branches 12' et 13' de la traverse 11 étant conservés de la forme première.

Par retour à la forme première (figure 3C), après avoir été implantées dans deux forages 22 et 23, les branches 12 et 13 reprennent leur forme courbe de forme première, tandis que leurs parties proximales se rapprochent en raison du retour en forme première 11 de la traverse. Les pointes ou parties distales 12a, 13a viennent

en appui sur les parois des forages 22 et 23, de façon analogue aux cambrages 2a et 3a de la figure 2A.

On remarquera que ce type d'agrafe à branches courbes en forme première a l'avantage de donner plus de tolérance à la position relative des forages, et d'être moins sujet à glisser après implantation. Mais ces avantages sont compensés par le fait que ce montage est plus difficile à enlever, les extrémités distales des branches 12a et 13a ayant tendance à s'incruster dans l'os, d'autant que ces extrémités distales ont tendance à blesser l'os, dont la réaction de cicatrisation accroît la résistance à l'extraction. On comprend que le choix d'une forme de réalisation est affaire de circonstance.

On aura d'ailleurs compris que le rayon de courbure des branches 12 et 13 sera déterminé pour que les déformations correspondant à la forme rectiligne soient inférieures à 8%; dans la forme de réalisation présentée, les déformations relatives se situent vers la limite inférieure de 2% de la fourchette de sécurité 2-6%.

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux exemples décrits, mais en embrasse toutes les formes d'exécution dans le cadre des revendications.

Il convient de préciser que, par zones de liaison à l'os, on entend des zones de la pièce prévues pour être mises en position relative avec l'os de façon immuable, et entre lesquelles une partie active telle que les traverses 1 (1') et 11 (11') provoquent, par transition thermo-élastique, des variations d'écartement des zones. Ces zones de liaison avec l'os peuvent agir par appui, comme pour les agrafes citées en exemple, ou par solidarisation avec l'os, par vis notamment, de préférence avec des pièces contentives en forme de plaques.

Par ailleurs, dans ce qui précède, on a admis que la température de transition martensite/austénite était inférieure à la température de l'organisme. Cependant, pour des pièces contentives dont la mise en place présente des difficultés, il peut être indiqué d'utiliser des pièces

présentant une température de transition supérieure à 37°C, par exemple voisine de 40°C. La durée de la pose n'est pas limitée par le réchauffement de la pièce, la reprise de forme première étant alors provoquée par un chauffage localisé, par exemple à l'aide d'une compresse chaude.

REVENDICATIONS

1- Pièce contentive, pour maintenir en place sous appui deux portions d'os (20a, 20b) séparées par une surface de fracture (25), exécutée en un métal à transition austénite/martensite proche de la température ambiante, cette pièce comportant, entre deux zones de liaison à l'os (2a, 3a; 12a, 13a), au moins une partie active (1, 1'; 11, 11') présentant, en structure austénitique, une forme première (1, 11) déterminée, et étant susceptible de prendre, par transition thermoélastique vers la structure martensitique une forme seconde où la distance entre zones de liaison (2a, 3a; 12a, 13a) est supérieure à la distance en forme première (1, 11), caractérisée en ce que les écarts géométriques entre formes seconde (1', 11'; 12', 13') et première (1, 11) se compensent en moyenne le long d'un cheminement d'une zone de liaison (2a, 3a; 12a, 13a) à l'autre suivant une fibre neutre de forme première (1), et induisent des déformations relatives locales inférieures à 8%, et sensiblement constantes parallèlement à la fibre neutre, sur l'essentiel des parties actives.

2- Pièce contentive selon la revendication 1, caractérisée en ce que les déformations relatives entre formes seconde (1', 11'; 12', 13') et première (1, 11) sont comprises entre 2 et 6%.

3- Pièce contentive selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisée en ce que le métal à transition austénite/martensite est un alliage de nickel et titane, sensiblement à égalité stoéchiométrique.

4- Pièce contentive selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que la forme seconde (1', 11'; 12', 13') est figée à basse température.

5- Pièce contentive selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que la forme seconde (1', 11'; 12', 13') est maintenue à température ambiante sous contrainte extérieure.

6- Pièce contentive selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, en forme d'agrafe avec deux branches (2, 3; 12, 13) dans un même plan, incluant respectivement les zones de liaison à l'os (2a, 3a; 12a, 13a) et réunies par une traverse (1, 11), caractérisée en ce que la partie active (1; 11, 12, 13) s'étend au moins sur la traverse dont la forme première (1, 11) est ondulée dans un plan sensiblement perpendiculaire au plan des branches (2, 3; 12, 13), celles-ci étant, au moins en forme seconde (2, 3; 12', 13'), généralement droites et normales au plan de traverse (1, 11).

7- Pièce contentive selon la revendication 6, caractérisée en ce que la forme première (1, 11) de traverse est compatible avec une forme seconde droite (1', 11').

8- Pièce contentive selon l'une des revendications 6 et 7, caractérisée en ce que la partie active (11, 12, 13) s'étend en outre sur les branches (12, 13) dont la forme première correspond à des arcs de cercle avec des concavités tournées l'une vers l'autre.

9- Pièce contentive selon l'une des revendications 6 et 7, caractérisée en ce que la partie active est confinée à la traverse (1), les branches (2, 3) présentant par rapport à la normale et sur une partie intermédiaire de leur longueur, des cambrages (2a, 3a) à convexités tournées l'une vers l'autre.

FIG. 1A

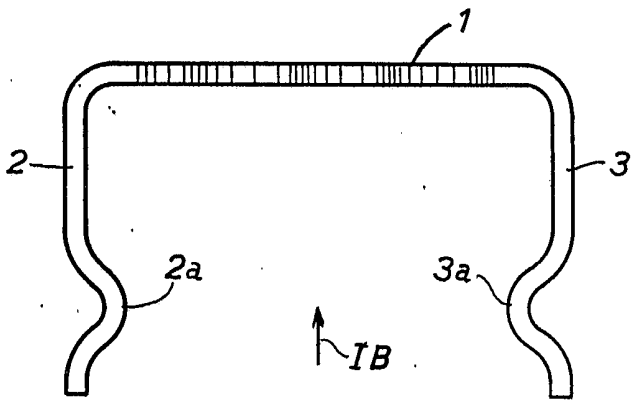


FIG. 1B

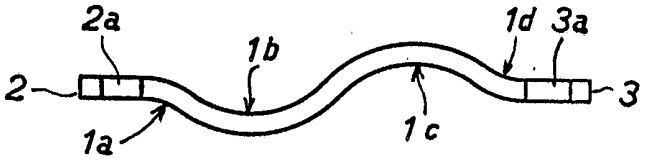


FIG. 1C

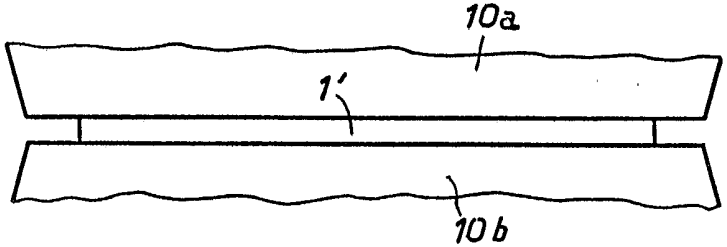


FIG. 2A

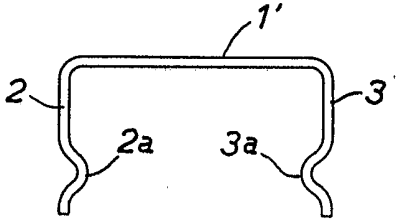


FIG. 2B

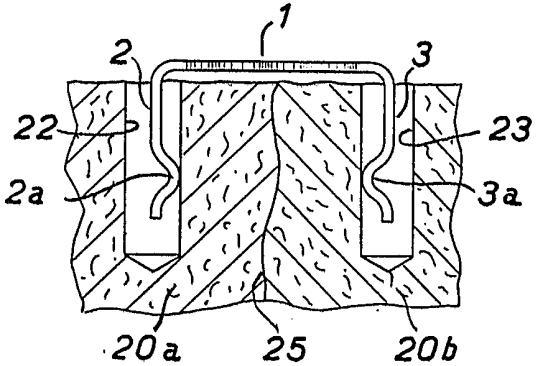


FIG. 3A

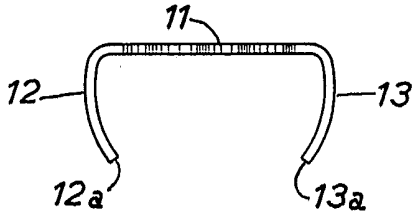


FIG. 3B

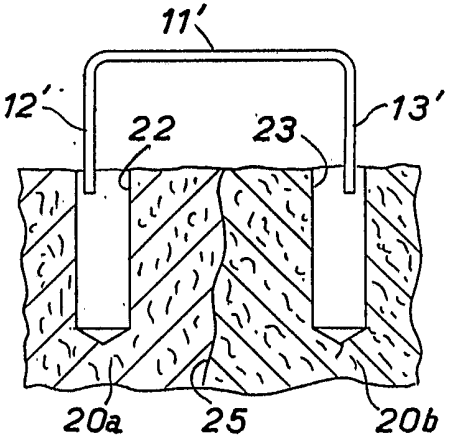
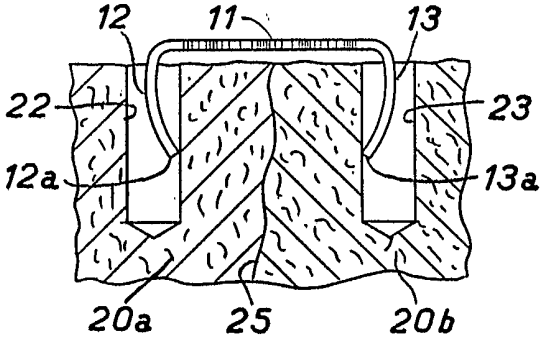


FIG. 3C



1/1

2694696

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

2694696
N° d'enregistrement national

FR 9210041
FA 475548

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendications concernées de la demande examinée
A,D	EP-A-0 488 906 (MAI) * colonne 4, ligne 15 - ligne 55; figures 1,2,5,6 *	1
A	US-A-4 283 233 (GOLDSTEIN ET AL.) * colonne 3, ligne 57 - ligne 65 *	1
A	EP-A-0 062 365 (BBC) * revendication 1 *	1
A	US-A-4 485 816 (KRUMME) * colonne 4, ligne 11 - ligne 65; figures 1A,B,2 *	1

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)

A61B
C22F

Date d'achèvement de la recherche
22 AVRIL 1993

Examinateur
MOERS R.

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)