

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

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

2 647 372

(21) N° d'enregistrement national :

89 06961

(51) Int Cl⁶ : B 21 B 1/18.

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 26 mai 1989.

(71) Demandeur(s) : ACOR, Aciers de Construction Rationalisés, Société anonyme. — FR.

(30) Priorité :

(72) Inventeur(s) : Paul Canobbio.

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 48 du 30 novembre 1990.

(73) Titulaire(s) :

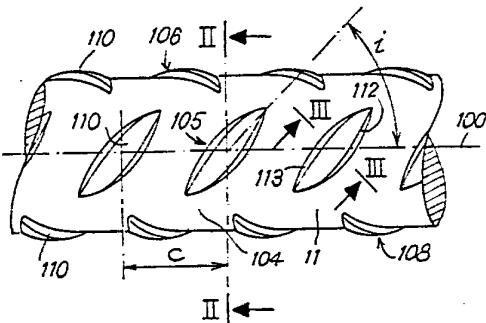
(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(74) Mandataire(s) : Cabinet Beau de Loménie.

(54) Fil d'acier nervuré à haute adhérence et son procédé de fabrication.

(57) Le fil d'acier nervuré à haute adhérence, notamment pour armatures pour béton, qui est déformé à froid par laminage et muni à froid de nervures inclinées par rapport à l'axe du fil et disposées entre des portions rectilignes longitudinales étroites non nervurées, comprend quatre portions rectilignes longitudinales étroites non nervurées 101 à 104 entre lesquelles sont disposées quatre séries 105 à 108 de nervures 110 inclinées par rapport à l'axe 100 du fil 11. Quelles que soient les séries de nervures 101 à 104, les nervures 110 de deux séries adjacentes 101, 102; 102, 103; 103, 104; 104, 101 sont décalées dans le sens axial et sont orientées en présentant un même écart angulaire *i* par rapport à l'axe 100 du fil 11 mais dans des sens différents de façon à présenter une forme d'épi.

Les symétries générales du fil nervuré par rapport à des axes mutuellement perpendiculaires sont accrues et permettent notamment d'obtenir une meilleure rectitude du dressage.



FR 2 647 372 - A1

Fil d'acier nervuré à haute adhérence et son procédé de fabrication

La présente invention a pour objet un fil d'acier nervuré à haute adhérence, notamment pour armatures pour béton ou pour treillis soudé, déformé à froid par laminage et muni à froid de 05 nervures inclinées par rapport à l'axe du fil et disposées entre des portions rectilignes longitudinales étroites non nervurées.

L'invention concerne également un procédé de fabrication de fil d'acier nervuré à haute adhérence, notamment pour armatures pour béton, selon lequel on procède, à l'aide de galets lisses, à 10 une première déformation à froid d'un fil lisse de section circulaire obtenu par laminage à chaud, et on forme ensuite, à l'aide de galets crantés, sur le fil déformé à froid, des séries de nervures inclinées par rapport à l'axe du fil.

On connaît notamment des armatures en acier présentant un 15 corps cylindrique comportant trois zones rectilignes longitudinales non nervurées alternant avec trois zones bombées portant des nervures en forme de crans ou verrous inclinés d'un angle compris entre 35° et 75° par rapport à l'axe longitudinal de la barre. Les verrous sont ainsi répartis en trois séries de verrous régulièrement 20 répartis le long de chaque zone bombée de la barre, avec un écartement prédéterminé entre verrous adjacents d'une même série. L'écartement et la hauteur des verrous sont définis en fonction du diamètre nominal de la barre.

Un tel type de fil d'acier cranté à froid par passage à 25 travers trois galets crantés après avoir subi une première opération de laminage à froid par passage à travers trois galets lisses, présente une adhérence qui est améliorée par rapport à celle de fils lisses. Toutefois, le fil d'acier cranté du type précédent, soumis à l'action de groupes de trois galets lors de sa 30 mise en forme, subit des transformations mal réparties au sein de la matière et conserve un profil triangulaire qui est pénalisant pour un passage ultérieur du fil sur des machines automatiques telles que des machines de redressement ou des enrouleuses. Le profil triangulaire du fil empêche en effet que le fil soit guidé correctement et porte d'une façon stable sur les galets des machines 35.

de traitement automatique telles que les machines à dresser, en particulier les machines à dresser à galets circulaires, dans lesquelles le dressage est effectué par passage du fil dans deux séries de galets perpendiculaires. Par ailleurs, les fils d'acier crantés à trois séries de verrous ou nervures présentent des gradients d'écrouissage importants lors des déformations à froid, ce qui introduit des limites dans leurs caractéristiques mécaniques, notamment en ce qui concerne la plasticité et l'allongement sous charge maximale. L'adhérence des fils crantés à trois séries de nervures n'est pas non plus optimisée du fait que les nervures de deux séries de nervures adjacentes sont orientées dans le même sens, ce qui limite l'enchevêtrement de ces nervures et donc leur action de retenue.

On connaît également des armatures en acier présentant un profil à quatre côtés concaves sur lesquels des empreintes sont formées à l'aide de paires de galets taillés en relief. De tels fils ne présentent que des adhérences très moyennes de sorte qu'ils ne sont utilisables que pour un nombre d'applications limité.

La présente invention vise à remédier aux inconvénients précités et à permettre la production de fils d'acier nervurés dont les propriétés mécaniques sont améliorées par rapport aux produits existants, et qui sont mieux adaptés à un passage dans des machines de traitement automatique, en particulier grâce à une moindre usure des nervures et une meilleure rectitude du dressage.

L'invention vise plus particulièrement à permettre la fabrication de fils d'acier nervurés dont le profil reste très proche d'un profil circulaire et pour lesquels les gradients d'écrouissage sont réduits et les déformations restent homogènes.

L'invention a encore pour but de permettre la fabrication de fils d'acier nervurés aux propriétés améliorées, notamment en ce qui concerne l'adhérence et la plasticité, et avec un taux de réduction plus faible que selon les procédés connus de fabrication de fils nervurés.

Ces buts sont atteints grâce à un fil d'acier nervuré à haute adhérence, notamment pour armatures pour béton, déformé à

froid par laminage et muni à froid de nervures inclinées par rapport à l'axe du fil et disposées entre des portions rectilignes longitudinales étroites non nervurées, caractérisé en ce qu'il comprend quatre portions rectilignes longitudinales étroites non
05 nervurées entre lesquelles sont disposées quatre séries de nervures inclinées par rapport à l'axe du fil et en ce que, quelles que soient les séries de nervures, les nervures de deux séries adjacentes sont décalées dans le sens axial et sont orientées en présentant un même écart angulaire i par rapport à l'axe du fil
10 mais dans des sens différents de façon à présenter une forme d'épi. Les nervures présentent par rapport à l'axe du fil un écart angulaire i de préférence égal à ou voisin de 45° et présentent un profil essentiellement trapézoïdal.

Dans une section droite du fil, la distance entre le
15 centre du fil et la surface extérieure des nervures est en tout point supérieure ou égale à la distance entre le centre du fil et une portion longitudinale étroite non nervurée.

L'invention a également pour objet un procédé de fabrication de fil d'acier nervuré à haute adhérence, notamment
20 pour armatures pour béton, selon lequel on procède, à l'aide de galets lisses, à une première déformation à froid d'un fil lisse de section circulaire obtenu par laminage à chaud, et on forme ensuite, à l'aide de galets crantés, sur le fil déformé à froid, des séries de nervures inclinées par rapport à l'axe du
25 fil, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

a) laminage à froid d'un fil lisse (10) de section circulaire laminé à chaud, par passage à travers une première paire (1, 2) et une deuxième paire (3, 4) de galets lisses disposées au voisinage l'une de l'autre selon des premier et deuxième plans
30 perpendiculaires entre eux contenant le fil et respectivement parallèles à des première et seconde directions de référence prédéterminées pour réaliser une réduction de section du fil et produire un fil dont la section présente essentiellement la forme d'un carré,

35 b) déformation à froid du fil lisse de section carrée

(10b), par passage à travers une troisième paire (5,6) et une quatrième paire (7,8) de galets à gorge de section circulaire disposées au voisinage l'une de l'autre des troisième et quatrième plans perpendiculaires entre eux, contenant le fil, et respectivement décalés de 45° par rapport auxdits premier et deuxième plans, et formation simultanée de nervures (110) inclinées par rapport à l'axe (100) du fil (11), par action de rainures correspondantes (850, 860, 870, 880) formées dans les gorges (85 à 88) des galets (5 à 8) desdites troisième et quatrième paires de galets.

Le taux de réduction représentant le rapport entre la section finale du fil d'acier nervuré et la section initiale du fil à section circulaire obtenu par laminage à chaud peut être de l'ordre de 20 à 30 %.

L'invention est particulièrement remarquable en ce que les contraintes exercées sur les fils sont symétriques par rapport à deux directions orthogonales entre elles et perpendiculaires au fil, ce qui facilite les traitements ultérieurs des produits et améliore les qualités mécaniques.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description suivante de modes particuliers de réalisation, donnés à titre d'exemples, en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

- la figure 1 est une vue en élévation d'un tronçon de fil nervuré selon l'invention, avec quatre séries de nervures,

- la figure 2 est une vue en coupe selon la ligne II-II de la figure 1,

- la figure 3 est une section selon la ligne III-III de la figure 1,

- la figure 4 est une vue schématique en perspective montrant l'action à froid sur un fil lisse à section circulaire, de deux paires de galets lisses disposées dans deux plans perpendiculaires entre eux pour transformer la section circulaire du fil en section essentiellement carrée, puis l'action à froid sur le fil à section carrée de deux paires de galets crantés disposées dans deux plans perpendiculaires entre eux et décalés de

45° par rapport aux plans des deux paires de galets lisses, pour recréer une section de profil essentiellement circulaire munie de quatre séries de nervures entrecroisées entre elles par action sur les arêtes du fil à section carrée,

05 - la figure 5 est une section droite, montrant la déformation du fil lors du passage dans la première paire de galets lisses de la figure 4,

10 - la figure 6 est une section droite montrant la déformation du fil lors du passage dans la seconde paire de galets lisses de la figure 4,

15 - la figure 7 est une section droite montrant la déformation du fil lors du passage dans la première paire de galets crantés de la figure 4,

20 - la figure 8 est une section droite montrant la déformation du fil lors du passage dans la deuxième paire de galets crantés de la figure 4, et

25 - les figures 9 à 12 sont des vues de détail de la tranche des galets crantés de la figure 4 montrant la forme des rainures inclinées des galets crantés destinées à former les quatre séries de nervures sur le fil.

On voit sur les figures 1 et 2 l'aspect d'un fil d'acier nervuré 11 à haute adhérence réalisé conformément à la présente invention et comprenant quatre portions rectilignes longitudinales étroites non nervurées 101 à 104 entre lesquelles sont disposées 30 quatre séries 105 à 108 de nervures 110 (encore dénommées crans ou verrous) inclinées par rapport à l'axe 100 du fil 11.

35 Les nervures 110 peuvent présenter par rapport à l'axe 100 du fil 11 un écart angulaire i compris entre environ 30° et 60°. Toutefois, afin d'augmenter les symétries par rapport à des axes mutuellement perpendiculaires, il est préférable que l'écart angulaire i soit égal à ou voisin de 45°.

La présence de quatre séries de nervures 105 à 108 régulièrement réparties autour du fil 11, qui pourrait être symbolisé par la dénomination de fil "quattro", contribue à 35 accroître les symétries générales du fil nervuré par rapport à des

axes mutuellement perpendiculaires. Toutefois, afin de produire un effet de crantage maximum augmentant l'adhérence tout en conservant des nervures de hauteur relativement réduite, il est réalisé une disposition des nervures 110 qui tend à produire un enchevêtrement de celles-ci ou tout au moins une présentation en forme d'épi avec des nervures voisines orientées dans des sens opposés.

Ainsi, comme on peut le voir sur la figure 1, quelles que soient les séries de nervures 101 à 104 considérées, les nervures 110 de deux séries adjacentes 101, 102; 102, 103; 103, 104; 104, 101 sont décalées dans le sens axial et sont orientées en présentant un même écart angulaire i , par exemple 45° , par rapport à l'axe 100 du fil 11 mais dans des sens différents de façon à présenter une forme d'épi. Une telle orientation alternée n'est pas possible avec des fils crantés munis de seulement trois séries de nervures, car dans ce cas il existe toujours deux séries de nervures adjacentes orientées dans le même sens, ce qui ne permet pas d'optimiser l'adhérence, ni de répartir de façon équilibrée l'ensemble des contraintes exercées sur le fil.

Chaque nervure 110 présente en section selon un plan perpendiculaire à l'axe de la nervure un profil essentiellement trapézoïdal avec des flancs 112, 113 inclinés d'un angle e , pouvant être égal par exemple à 45° , par rapport à une direction radiale, et un sommet plan 111 présentant une largeur b et situé à une hauteur a par rapport à la surface non nervurée du fil (figure 3).

La hauteur a des nervures 110, la largeur b des nervures 110 au milieu de celles-ci et le pas ou écartement c entre deux nervures successives 110 d'une même série de nervures (par exemple 105 sur la figure 1), sont définis en fonction du diamètre nominal d du fil d'acier.

Ces valeurs peuvent être définies de manière à correspondre à une surface projetée des nervures S égale à une valeur prédéterminée, la surface projetée des nervures S étant définie par la formule suivante :

$$S = \frac{(d.\pi - \sum u) . [a + 2(h_1 + h_3)]}{4,5.d.\pi.c}$$

- où d est le diamètre nominal du fil
 05 $\sum u$ représente la somme des largeurs u des quatre portions rectilignes longitudinales étroites non nervurées
 a représente la hauteur d'une nervure en son milieu
 10 h_1 et h_3 représentent les hauteurs d'une nervure respectivement au quart et aux trois-quarts de sa longueur, les valeurs h_1 et h_3 pouvant en général être égales à 0,8a
 c représente l'écartement entre deux nervures successives d'une même série de nervures, et
 π représente le rapport constant du périmètre d'un cercle
 15 à son diamètre.

A titre d'exemple, on donne dans le tableau annexé des valeurs des différents paramètres pour différents diamètres nominaux de fils d'acier nervurés à haute adhérence réalisés selon l'invention et permettant de définir des valeurs de surface projetée des nervures S correspondant à des applications courantes en matière de fils d'armatures pour béton ou de fils pour treillis soudés. Il est toutefois naturellement possible de réaliser des fils d'acier nervurés conformes à l'invention dont les paramètres présentent des valeurs légèrement différentes selon les 20 applications envisagées.
 25

Les fils nervurés selon l'invention présentent un profil qui, abstraction faite des nervures 110, est très proche d'un profil circulaire (figure 2). Dans une section droite du fil 11, la distance D2 entre le centre du fil et la surface extérieure des 30 nervures 110 est en tout point supérieure ou égale à la distance D1 entre le centre du fil et une portion longitudinale étroite non nervurée.

On notera que le fil nervuré 11 selon l'invention, qui possède quatre séries de nervures 105 à 108 peut présenter une 35 adhérence définie par la surface projetée des nervures S dont la

valeur est au moins aussi grande que celle de l'adhérence définie par la surface projetée des nervures S d'un fil nervuré à trois séries de nervures. A adhérence égale, la hauteur des nervures dans le cas d'un fil nervuré à quatre séries de nervures est cependant moins élevée que la hauteur des nervures d'un fil nervuré à trois séries de nervures. Ceci permet dans le cas d'un fil nervuré selon l'invention de limiter les gradients d'écrouissage lors des opérations de laminage et de crantage, ce qui améliore les propriétés intrinsèques du fil (ductilité, allongement sous charge maximale, déformation plastique sans diminution de section). Ceci permet en outre de réduire le taux de réduction du profil défini par le rapport entre la section finale et la section initiale du fil avant déformation. On économise ainsi de l'énergie et il est possible de travailler plus près des états limites.

La conservation d'un profil dont la forme est très proche d'un cercle est très importante, notamment pour les fils nervurés de faible diamètre, par exemple compris entre 3,5 et 5,5 mm, et permet dans tous les cas une utilisation du fil sur une machine automatique en améliorant la portée du fil lors des opérations de redressement, d'enroulement ou de guidage et donc en réduisant les contraintes exercées sur ce fil.

On décrira maintenant en référence aux figures 4 à 12 un procédé et un dispositif pour réaliser par déformation à froid un fil nervuré 11 selon l'invention à partir d'un fil lisse rond laminé à chaud, en conservant au maximum pour le produit final les propriétés conférées par le laminage à chaud. Ceci est obtenu grâce à un procédé selon lequel on exerce des contraintes sur le fil en respectant à chaque étape des symétries selon deux directions orthogonales et en répartissant dans l'espace les directions d'application des divers efforts.

On voit sur la figure 4 une première paire de galets lisses 1, 2 disposés dans un plan vertical V contenant un fil lisse 10 de section circulaire obtenu par laminage à chaud et contribuant à réduire la section du fil 10 selon une direction verticale pour former un fil 10a aplati (figure 5) entre le fond des gorges annu-

liaires 81, 82, de largeur légèrement supérieure au diamètre du fil 10, formées respectivement dans la tranche des galets lisses 1, 2.

Le fil 10a aplati est ensuite amené entre une seconde paire de galets lisses 3, 4 disposés immédiatement en aval de la première paire de galets 1, 2 et placés dans un plan horizontal H contenant le fil 10a (figure 4). Les galets 3, 4 comprennent des gorges annulaires 83, 84 de largeur sensiblement équivalente au diamètre du fil 10, formées dans la tranche des galets 3, 4 et destinées à former un fil 10b dont la section est réduite par rapport à la section initiale du fil 10 et présente une forme approximativement carrée avec deux directions principales de déformation perpendiculaires entre elles.

Le fil lisse 10b de section carrée subit une nouvelle déformation à froid en passant à travers une troisième paire de galets 5, 6 présentant sur leur tranche une gorge annulaire 85, 86 de section circulaire. Les galets 5, 6 sont disposés selon un plan contenant le fil 10b et décalés de 45° par rapport au plan V contenant les galets 1 et 2 de la première paire de galets. Des rainures 850, 860 sont formées dans les gorges 85, 86 des galets 5, 6 (figures 9 et 11). Les galets 5 et 6 contribuent ainsi à redonner au fil écrouï 10b de section carrée une forme plus circulaire en agissant sur des arêtes diamétralement opposées (211, 212) du fil 10b de section carrée. Simultanément, les rainures 850, 860, inclinées par exemple de 45° par rapport à la ligne médiane des gorges 85, 86, contribuent à former sur la surface périphérique du fil 10c des nervures dont la forme est complémentaire de celle des rainures 850, 860. Les nervures 110 formées sur le fil 10c sont réparties selon deux séries de nervures sur deux portions diamétralement opposées du fil 10c.

Le fil 10c passe ensuite entre une quatrième paire de galets 7, 8 présentant également sur leur tranche une gorge annulaire 87, 88 de section circulaire. Les galets 7, 8 sont disposés immédiatement en aval des galets 5, 6 et sont disposés dans un plan contenant le fil 10c et décalé de 45° par rapport au plan H contenant les galets 3 et 4. Le plan contenant les galets 7,

8 de la quatrième paire de galets est par ailleurs perpendiculaire au plan contenant les galets 5, 6 de la troisième paire de galets. Des rainures 870, 880 sont formées dans les gorges 87, 88 des galets 7, 8 (figure 8). Les galets 7, 8 permettent, en agissant sur 05 les arêtes diamétralement opposées 213, 214 du fil 10c, de former un fil 11 dont la section est redevenue sensiblement circulaire et qui est en outre munie de quatre séries de nervures. Les rainures 870, 880 sont inclinées de préférence de 45° par rapport à la ligne médiane des gorges 87, 88 pour former sur la surface 10 périphérique du fil 11 des nervures dont la forme est complémentaire de celle des rainures 870, 880.

Les rainures 870, 880 sont tout à fait semblables aux rainures 850, 860 et le fil 11 peut ainsi être muni de quatre séries de nervures 110 comme indiqué en référence aux figures 1 et 15 2.

Les figures 9 à 12 montrent la forme des rainures 850, 860, 870, 880 formées dans les gorges 85, 86, 87, 88 des galets 5, 6, 7, 8. Ces rainures sont identiques les unes aux autres mais orientées dans des sens bien définis de manière à former quatre 20 séries de nervures 110 identiques, mais disposées de façon entrecroisée à la manière d'épis sur le fil 11 issu du dispositif constitué par les quatre paires de galets 1, 2 ; 3, 4 ; 5, 6 ; et 7, 8.

Du fait de la hauteur relativement réduite des nervures 25 110, le taux de réduction représentant le rapport entre la section finale du fil d'acier nervuré 11 et la section initiale du fil lisse à section circulaire 10 obtenu par laminage à chaud est de l'ordre de 20 à 30 % et permet d'économiser de l'énergie tout en réduisant le taux d'écrouissage.

TABLEAU

diamètre d (mm) nominal	hauteur d'une nervure au milieu nominal	largeur d'une nervure nominal	pas des nervures mini moyen maxi	largeur des zones non nervurées maxi	surface projetée des nervures S (mm)
4,5	0,21	0,98	3,4 4,2 5,0	1,00	0,037
6,0	0,29	1,12	4,1 5,1 6,1	1,30	0,043
8,0	0,41	1,22	5,0 6,0 7,0	1,70	0,048
10,0	0,53	1,25	5,5 6,5 7,5	2,10	0,053
12,0	0,65	1,45	6,1 7,2 8,3	2,50	0,055

note : dans le tableau ci-dessus, les valeurs h_1 et h_3 n'ont pas été mentionnées mais correspondent chacune à environ 0,8 a pour chacun des diamètres nominaux indiqués.

REVENDICATIONS

1. Fil d'acier nervuré à haute adhérence, notamment pour armatures pour béton, déformé à froid par laminage et muni à froid de nervures inclinées par rapport à l'axe du fil et disposées entre des portions rectilignes longitudinales étroites non nervurées,
 05 caractérisé en ce qu'il comprend quatre portions rectilignes longitudinales étroites non nervurées (101 à 104) entre lesquelles sont disposées quatre séries (105 à 108) de nervures (110) inclinées par rapport à l'axe (100) du fil (11) et en ce que,
 10 quelles que soient les séries de nervures (101 à 104), les nervures (110) de deux séries adjacentes (101, 102; 102, 103; 103, 104; 104, 101) sont décalées dans le sens axial et sont orientées en présentant un même écart angulaire i par rapport à l'axe (100) du fil (11) mais dans des sens différents de façon à présenter une
 15 forme d'épi.
2. Fil nervuré selon la revendication 1, caractérisé en ce que les nervures (110) présentent par rapport à l'axe (100) du fil (11) un écart angulaire i égal à 45°.
3. Fil nervuré selon la revendication 1 ou la revendication
 20 2, caractérisé en ce que les nervures (110) présentent un profil essentiellement trapézoïdal.
4. Fil nervuré selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que dans une section droite du fil (11), la distance (D2) entre le centre du fil et la surface extérieure des
 25 nervures (110) est en tout point supérieure ou égale à la distance (D1) entre le centre du fil et une portion longitudinale étroite non nervurée.
5. Procédé de fabrication de fil d'acier nervuré à haute adhérence, notamment pour armatures pour béton, selon lequel on
 30 procède, à l'aide de galets lisses, à une première déformation à froid d'un fil lisse de section circulaire obtenu par laminage à chaud, et on forme ensuite à l'aide de galets crantés, sur le fil déformé à froid, des séries de nervures inclinées par rapport à l'axe du fil,

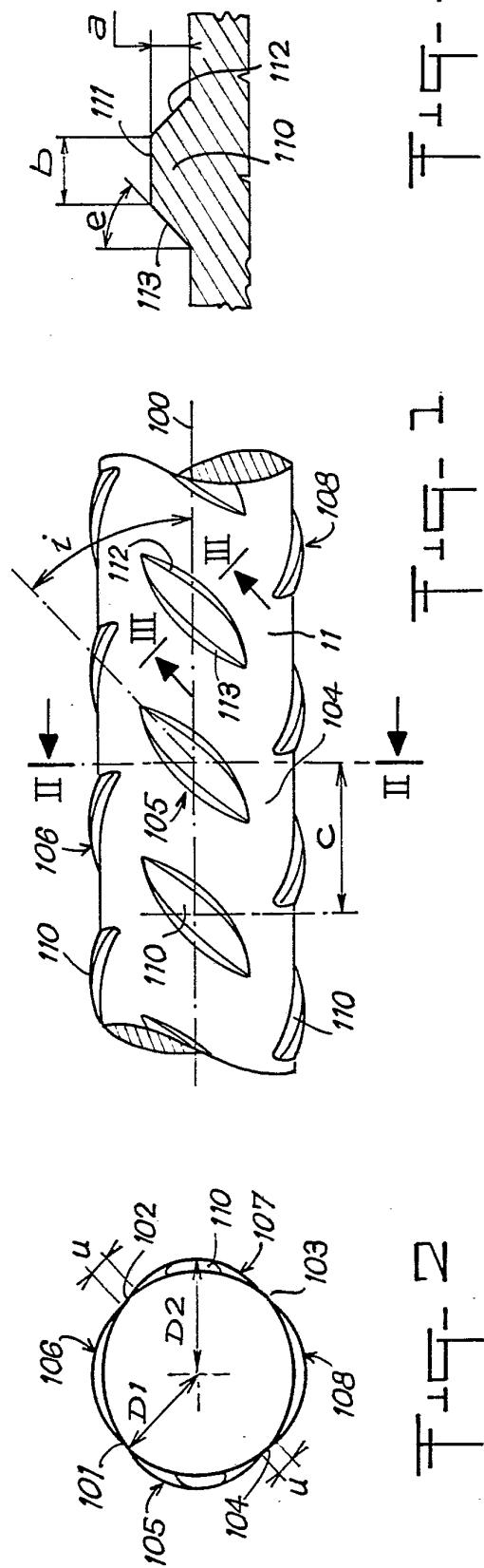
caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

a) laminage à froid d'un fil lisse (10) de section circulaire laminé à chaud, par passage à travers une première paire (1, 2) et une deuxième paire (3, 4) de galets lisses disposées au voisinage l'une de l'autre selon des premier et deuxième plans perpendiculaires entre eux contenant le fil et respectivement parallèles à des première et seconde directions de référence prédéterminées pour réaliser une réduction de section du fil et produire un fil dont la section présente essentiellement la forme d'un carré,

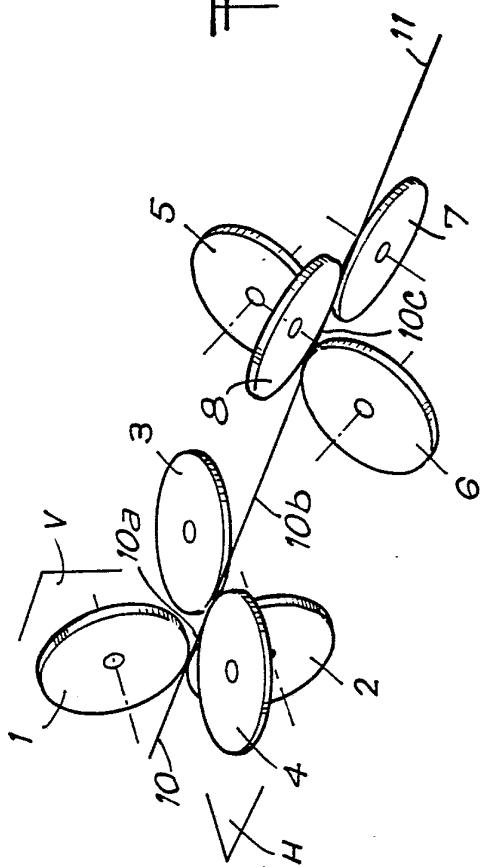
b) déformation à froid du fil lisse de section carrée (10b), par passage à travers une troisième paire (5,6) et une quatrième paire (7,8) de galets à gorge de section circulaire disposées au voisinage l'une de l'autre des troisième et quatrième plans perpendiculaires entre eux, contenant le fil, et respectivement décalés de 45° par rapport auxdits premier et deuxième plans, et formation simultanée de nervures (110) inclinées par rapport à l'axe (100) du fil (11), par action de rainures correspondantes (850, 860, 870, 880) formées dans les gorges (85 à 88) des galets (5 à 8) desdites troisième et quatrième paires de galets.

6. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que le taux de réduction représentant le rapport entre la section finale du fil d'acier nervuré (11) et la section initiale du fil à section circulaire (10) obtenu par laminage à chaud est de l'ordre de 20 à 30 %.

1/3



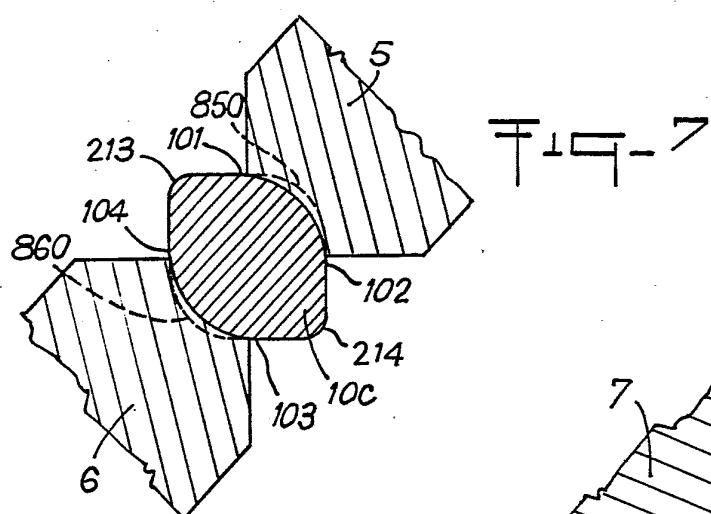
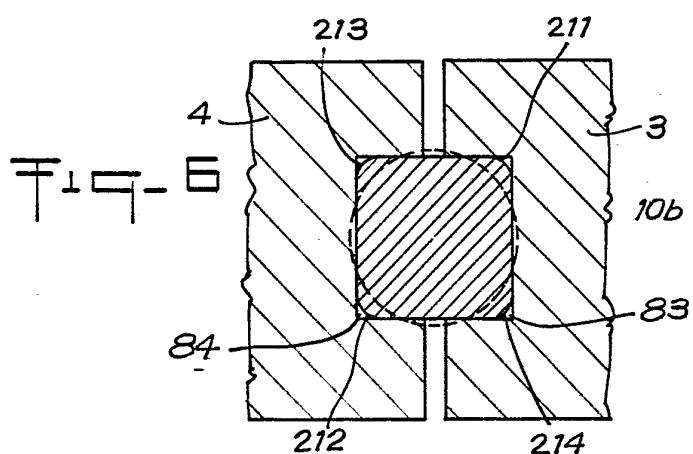
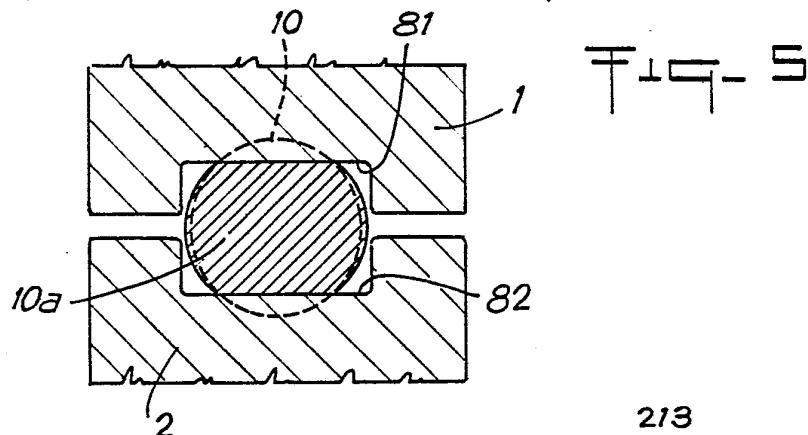
T-T-4



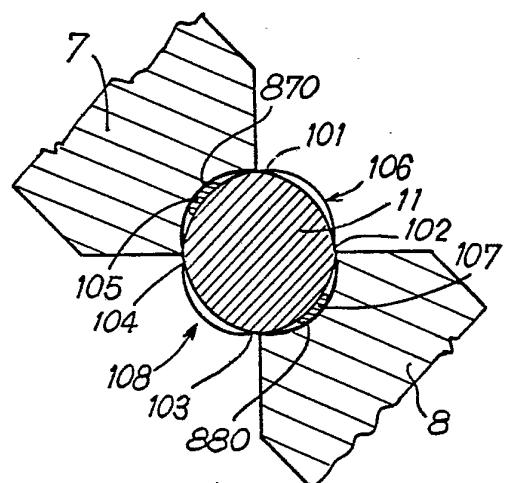
T-T-2

2647372

2/3



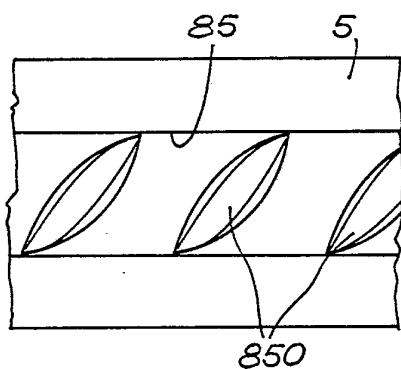
T1Q-8



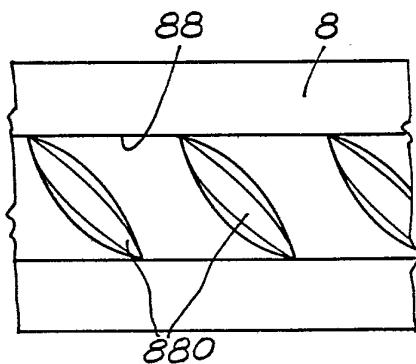
2647372

3 / 3

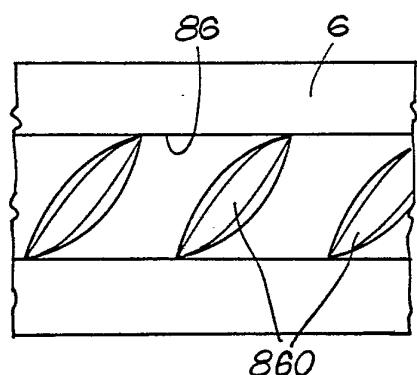
〒19-9



〒19-10



〒19-11



〒19-12

