

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
13 janvier 2011 (13.01.2011)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2011/004100 A2**

(51) Classification internationale des brevets :  
*H02K 3/50* (2006.01) *H02K 15/08* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2010/051327

(22) Date de dépôt international :  
28 juin 2010 (28.06.2010)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
0954759 9 juillet 2009 (09.07.2009) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :  
**VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR** [FR/FR]; 2, rue André Boulle, F-94046 Creteil Cedex (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :  
**DUNESME, Xavier** [FR/FR]; 1, rue Primevère, F-91330 Yerres (FR). **FOURNIER, Jérôme** [FR/FR]; 8, rue de la Baraque de l'Empereur, F-62200 Boulogne Sur Mer (FR). **CHOCHOY, Jean-Pierre** [FR/FR]; 1, rue Montrocq, F-62240 Cremarest (FR). **DARRAS, Ludovic** [FR/FR]; 16 résidence les Remparts Porte Becquerelle, F-62170 Montreuil Sur Mer (FR). **DEFEBVIN, Alain**

[FR/FR]; 24, rue Tombelle, F-62630 Cormont (FR). **DE CLERCQ, Stéphane** [FR/FR]; 1473 route de Berck, F-62180 Rang du Fliers (FR). **LUITRE, Olivier** [FR/FR]; 34, rue d'en haut, F-62170 Beaumerie Saint Martin (FR). **DESMET, David** [FR/FR]; 26 avenue Bressloff, F-62280 Saint Martin (FR). **LANGLARD, Nicolas** [FR/FR]; 250, rue du Bazinghien, F-59120 Loos (FR).

(74) Mandataire : **DE LAMBILLY, Marie-Pierre**; Valeo Equipements Electriques Moteur, 2, rue André-Boulle, F-94046 Creteil Cedex (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : WINDING FOR A ROTARY ELECTRIC MACHINE

(54) Titre : BOBINAGE D'UNE MACHINE ELECTRIQUE TOURNANTE

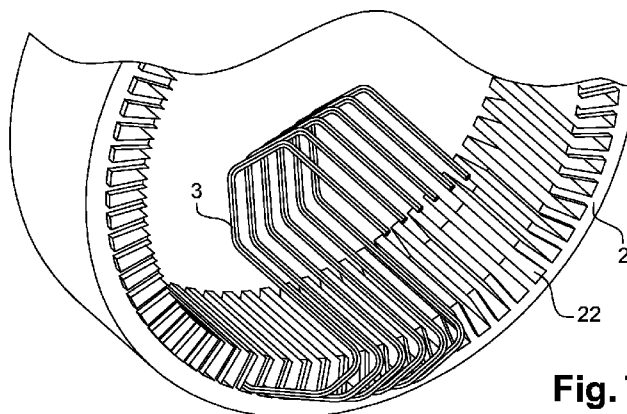


Fig. 7

(57) Abstract : The invention relates to a method for winding the rotor or stator (2) of an rotary electric machine comprising a series of teeth defined by notches (22), in each of which M continuous electric wires (3) constituting a turn are inserted, M being greater than or equal to 1, wherein said method is characterized in that it consists of simultaneously winding n x M wires (3) in n notches (22), n corresponding to the phase number and being  $\geq 2$ , all of the M wires (3) constituting a phase and being inserted into a single notch (22). The n phases are thus all wound at the same time, which saves time, and, as all the n notches (22) are simultaneously filled, the M wires (3) are all inserted at the bottom of the notch (22) in an identical manner. Further, the notches (22) are all filled in an identical manner and there is thus no difference depending on the phase.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]



WO 2011/004100 A2

ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**Publiée :**

— *sans rapport de recherche internationale, sera republiée dès réception de ce rapport (règle 48.2.g)*

---

Procédé de bobinage du rotor ou du stator (2) d'une machine électrique tournante comportant une série de dents délimitées par des encoches (22) dans chacune desquelles sont insérés M fils électriques (3) continus constituant une spire, M étant supérieur ou égal à (1), ledit procédé est caractérisé en ce que l'on bobine simultanément n x M fils (3) dans n encoches (22), n étant correspondant au nombre de phase et étant  $\geq 2$ , l'ensemble des M fils (3) constituant une phase et étant inséré dans une même encoche (22). Les n phases sont ainsi bobinées toutes en même temps, ce qui permet un gain de temps, mais aussi toutes les n encoches (22) étant remplies en même temps les M fils (3) sont tous insérés en fond d'encoche (22) de façon identique. D'autre part, les encoches (22) sont toutes remplies de façon identique, il n'y a donc pas de différence suivant la phase.

## BOBINAGE D'UNE MACHINE ELECTRIQUE TOURNANTE

La présente invention concerne un procédé de bobinage par  
fils continus du rotor ou du stator d'une machine électrique  
5 tournante telle que par exemple un alternateur, un alterno-  
démarreur voire un démarreur de véhicule automobile. Le rotor  
tourne à l'intérieur du stator suivant un axe principal A. Le  
bobinage est réalisé sur le rotor ou sur le stator à l'intérieur d'une  
pluralité d'encoches prévues à cet effet sur ledit rotor ou stator.

10 Le bobinage du rotor ou du stator par un fil continu est  
habituellement réalisé phase par phase. Par exemple pour une  
machine triphasée, on va bobiner les trois phases l'une après  
l'autre, chaque phase étant décalées d'une ou plusieurs encoches  
par rapport à la précédente. Pour un double triphasé les six phases  
15 sont bobinées de la même façon les une après les autres. Les fils  
constituant chacune des phases forment des ondulations axiales  
de chaque coté du rotor ou du stator, l'ensemble de ces  
ondulations axiales constituant un chignon.

L'inconvénient de ce type de bobinage est que les  
20 ondulations axiales de la première phase entrave l'insertion en  
fond d'encoche de la phase suivante et ainsi de suite, la dernière  
phase étant gênée par les ondulations axiales des toutes les  
phases précédentes. La conséquence est que les encoches ne sont  
pas remplies de façon optimum, et ce qui dégrade le coefficient de  
25 remplissage desdites encoches et donc les performances de la  
machine.

L'autre inconvénient de ce type de bobinage c'est que le  
temps de bobinage dépend du nombre de phases à bobiner: plus le  
nombre de phases est élevé plus le temps de bobinage est élevé,  
30 un double triphasé ou hexaphasé nécessitera deux fois plus de  
temps à réaliser qu'un simple triphasé.

Pour un stator, le bobinage peut être réalisé à plat ou sur un stator fermé.

Il est également possible de bobiner plusieurs spires du stator, c'est-à-dire un tour de stator ou de rotor, sur un support ou  
5 noyau comportant des encoches ouvertes sur l'extérieur, puis d'insérer les spires ainsi bobinées sur le stator en poussant par expansion les spires des encoches du support vers les encoches du stator. L'inconvénient de ce procédé est que la taille des encoches du support dans lequel on réalise le bobinage initial est  
10 limitée en profondeur et en largeur puisqu'il faut que le support ait un diamètre extérieur inférieur au diamètre intérieur du stator afin de pouvoir être placé à l'intérieur du stator et que le nombre d'encoches du rotor et du support doivent être identiques. D'autre part plus le stator est petit plus le nombre de spires est important  
15 et donc plus le noyau a du mal à les contenir. Le bobinage est donc réalisé en plusieurs fois, les spires étant ensuite reliées entre elles pour former une phase.

L'objet de la présente invention est de proposer un procédé de bobinage à la fois rapide, permettant un meilleur remplissage  
20 des encoches, diminuant le développé de bobinage donc diminuant la quantité de cuivre utilisée, l'insertion des fils dans les encoches est entièrement radial, l'effort d'insertion est plus faible et le chignon présente une meilleure imbrication des fils. Le procédé selon l'invention permet également un bobinage sur un stator  
25 fermé.

Selon l'invention, le procédé de bobinage du rotor ou du stator d'une machine électrique tournante comportant une série de dents délimitées par des encoches dans chacune desquelles sont  
30 insérés M fils électriques continus constituant une spire, M étant supérieur ou égal à 1, ledit procédé est caractérisé en ce que l'on bobine simultanément  $n \times M$  fils dans un nombre n d'encoches, n étant correspondant au nombre de phase et étant  $\geq 2$ , l'ensemble

des M fils constituant une phase et étant inséré dans une même encoche. Les n phases sont ainsi bobinées toutes en même temps, dans n encoches successives, ce qui permet un gain de temps, mais aussi toutes les n encoches étant remplies en même temps  
5 les M fils sont tous inséré en fond d'encoche de façon identique. D'autre part, les encoches sont toutes remplies de façon identique, il n'y a donc pas de différence suivant la phase.

Selon une caractéristique particulière, chaque phase est réalisée avec un fil continu. C'est-à-dire que le bobinage est  
10 réalisé en continu sans interruption du fil de toutes les phases pendant toute l'opération de bobinage en ondulé réparti.

Selon une autre caractéristique particulière, les M fils sont mis en parallèle dans les encoches et superposés dans une boucle reliant deux encoches successives. Lors du bobinage les M fils  
15 restent parallèles à la fois dans chacune des encoches mais aussi au dehors des encoches, c'est-à-dire que le fil disposé sur un des cotés de la première encoche sera disposé du coté opposé dans la nième encoche suivante. Ceci présente plusieurs avantages: les fils sont tous de longueur identiques puisque le fil qui est sur le  
20 dessus du chignon d'un coté sera au dessous de l'autre coté; la largeur du chignon est égale à la profondeur de l'encoche, il ne déborde donc ni du coté du rotor ni du coté de la culasse qui peut être petite dans le limite de la saturation magnétique et de la surface nécessaire à l'appui du palier.

Selon une caractéristique particulière, on bobine les n x M  
25 fils en réalisant un premier serpentín avec une boucle situé à l'avant du stator et en insérant les n x M fils dans les n<sub>1</sub> encoches suivantes, puis un deuxième serpentín avec une boucle situé à l'arrière du stator et en insérant les n x M fils dans le n<sub>2</sub> encoches  
30 suivantes. Les ondulations axiales des n phases sont réalisées en parallèle à chaque serpentín, les ondulations axiales d'une phase ne gêne plus l'insertion de la phase suivante.

Selon une autre caractéristique, on bobine les  $n \times M$  fils en inversant le sens du bobinage lorsque toutes les encoches du stator comportent au moins un fil des  $n$  phases. On réalise ainsi un bobinage dit ondulé réparti.

5 Selon une première variante,  $M$  est supérieur à 1, les  $M$  fils sont alignés dans le fond de l'encoche. L'alignement des  $M$  fils l'un à côté de l'autre permet de bobiner les  $M$  fils en parallèle tout au long du bobinage et ainsi mieux ranger le chignon.

Selon une deuxième variante, l'encoche ne présente pas de pied de dent ou que le pied de dent est dissymétrique et  $M$  est  
10 supérieur à 1, les  $M$  fils sont alignés les uns à côté des autres dans la largeur de l'encoche. L'alignement cote à cote des  $M$  fils est possible quand l'encoche n'est pas fermée (ou quand il n'y a pas de pied de dent), ou quand l'encoche est fermée par des pieds  
15 de dents dissymétriques.

Selon une disposition particulière, les fils sont ronds. Les fils pourraient être de forme rectangulaire ou avec un méplat ou non ronds, mais le vrillage de ce type de fils est plus difficile que pour des fils ronds ou ovales.

20 Selon une autre disposition, la boucle située à l'avant ou à l'arrière du stator est de forme sensiblement triangulaire. Cette forme améliore le refroidissement du chignon.

Selon une caractéristique particulière, la boucle forme un triangle isocèle.

25 Selon une autre caractéristique, la boucle forme un triangle isocèle avec un angle de  $90^\circ$ .

Selon une disposition particulière, les  $M$  fils constituant la boucle font un angle  $\beta$  supérieur à  $\alpha$  avec l'avant ou l'arrière du stator et que  $\tan \alpha$  est égal à  $f/d$ ,  $f$  étant le diamètre du fil et  $d$  la  
30 largeur de la dent. Ainsi les fils d'une phase ne touchent pas les

fils de la phase suivante dans le chignon sur toute la partie montante et descendant de l'ondulation axial des fils.

Selon une autre disposition, les M fils constituant la boucle font un angle  $\beta$  avec l'avant ou l'arrière du stator et que  $\tan\beta$  est égal à  $f+2\text{mm}/d$ , f étant le diamètre du fil en mm et d la largeur de la dent en mm. L'optimum est de prévoir un espace d'environ 2mm entre les fils de deux phases successives.

Le stator est obtenu par le procédé selon une des revendications précédentes.

Le dispositif de bobinage d'un rotor ou d'un stator d'une machine électrique tournante selon l'invention comprend au moins deux chariots avec une série de dents délimitées par n encoches dans chacune desquelles sont insérés M fils électriques continus constituant une spire, n correspondant au nombre de phase de la machine électrique tournante et étant  $> 2$ , M étant supérieur ou égal à 1. Il est caractérisé en ce que l'on insère simultanément M x n fils dans le prolongement des n encoches de la machine électrique tournante dans les n encoches des chariots, que l'on plie l'ensemble des M x n fils au moins deux fois par le pliage des chariots l'un par rapport à l'autre, que l'on rabat l'ensemble des M x n fils ainsi pliés dans les  $n_1$  encoches suivante de la machine électrique tournante. Une fois les M x n fils insérés dans les n encoches du stator ou du rotor de la machine électrique tournante on recommence l'opération dans les  $n_2$  encoches suivantes et ainsi de suite pour faire le tour complet.

Selon une caractéristique complémentaire, l'inversion du sens de bobinage se fait en inversant le sens de rabattement des fils dans les encoches et en ce qu'un canon de guidage qui aligne les M fils disposés à l'arrière des chariots fait une rotation de  $180^\circ$  et qu'un peigne pousse les M fils retournés vers le bout du premier chariot. Pour réaliser un ondulé réparti, il faut inverser le sens de rotation du bobinage, et cette inversion nécessite l'inversion de

l'alignement des M fils de bobinage afin que les M fils soient rangés dans le même sens dans les encoches, c'est-à-dire que le fil du fond reste au fond de l'encoche dans les deux sens de bobinage.

5 L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre donnée uniquement à titre d'exemple avec un stator d'alternateur et faite en se référant aux dessins annexés dans lesquels :

- 10 - la figure 1 est une vue en perspective d'un stator d'une machine électrique tournante selon l'invention,
- La figure 2 est une vue de détail du chignon de la figure 1,
- La figure 2a est une vue partielle d'une spire,
- La figure 2b est un vue de détail de deux fils de bobinage,
- 15 - la figure 3 est une vue en perspective du stator avec des fils mis dans les encoches,
- la figure 4 est une vue en perspective du stator avec les fils dans une première position de pliage,
- la figure 5 est une vue en perspective du stator avec les fils dans la deuxième position de pliage,
- 20 - la figure 6 est une vue en perspective du stator avec des fils dans une troisième position de pliage,
- la figure 7 est une vue en perspective du stator de la figure 6 avec le rabattement des  $n \times M$  fils,
- le figure 8 est une vue en perspective du stator de la figure 6 avec les  $n$  premières boucles du serpentins placées dans les  
25  $n$  encoches suivantes,
- la figure 9 est une vue de coté du dispositif de bobinage selon l'invention dans la position de départ,

- les figures 10, 11, 12 et 13 sont des vues de coté du dispositif dans une quatre positions successives,
- La figure 14 est une vue en perspective du premier chariot,
- la figure 15 est une vue en perspective du deuxième chariot,
- 5 - la figure 16 est une vue en perspective de la contre forme
- la figure 17 est une vue de face du canon
- les figures 18, 19, 20 et 21 sont des vues de coté du dispositif dans les quatre positions successives lors de l'inversion du bobinage.

10 Le stator 1 de la figure 1 comprend un paquet de tôles 2 présentant des dents 21 et des encoches 22. Des isolants 23 sont disposés dans les encoches 22. Des fils 3 sont insérés dans les encoches 22, chaque encoche 22 recevant les fils d'une même phase, ainsi lorsqu'il y a n phases les fils d'une même phase sont

15 insérés toutes les n encoches. Il peut, par exemple, y avoir de 3 à 7 phases. Une phase est constituée par un ou plusieurs fils 3 bobinés dans les encoches 22 du stator 1, pliés en forme de serpentín et enroulé à l'intérieur du stator 1 dans les encoches 22 pour former une spire, l'enroulement de plusieurs spires réalisant

20 le bobinage de la phase complète. Le bobinage est dit ondulé réparti quand le fil 3 est enroulé de façon circulaire une première fois dans un premier sens puis, quand le premier tour est réalisé, il est enroulé en sens inverse. Le fil 3 présente une boucle à chaque ondulation, cette boucle est située à l'extérieur du stator

25 alternativement d'un coté ou de l'autre dudit stator. Lors de l'enroulement en sens inverse, cette boucle va se placer dans l'espace libre entre deux boucles de l'enroulement du premier sens, le bobinage sera ainsi symétrique.

Le bobinage d'une phase constituant un faisceau 30

30 comprend M fils 3, M étant supérieur à 1. Chaque boucle 30a ou 30b du faisceau 30 qui dépasse de chaque coté du stator 1 est ici

réalisé en forme sensiblement triangulaire, l'ensemble de ces boucles 30a ou 30b forment un chignon. Le détail de la figure 2 montre que chacun des fils 3 ont un diamètre  $f$ , que la largeur de la dent 22 est  $d$  et que l'angle  $\beta$  des fils 3 avec l'avant ou à l'arrière du stator 1. Afin d'éviter que les fils 3 ne se touchent comme dans la figure 2b, il faut que l'angle  $\beta$  soit supérieur à un angle  $\alpha$  correspondant à l'angle où les fils se toucheraient soit  $\text{tg}\alpha = f/d$ .

Chaque boucle 30a ou 30b d'une spire est constituée de  $M$  fils 3, on a représenté figure 2a deux fils 3a et 3b, ces deux fils sont disposés dans une encoche 22, le fil 3a est placé du côté 22a de l'encoche 22 et le fil 3b est placé du côté 22b de la première encoche représentée à la figure 2a. Dans la deuxième encoche où les fils 3a et 3b sont ensuite disposés et situé  $n$  encoches après la première, le fil 3a est du côté 22b de l'encoche et le fil 3b du côté 22a. La boucle 30a située sur le dessus du stator 2 est constituée des deux fils 3a et 3b où 3a est situé au dessus de 3b. Au contraire la boucle 30b situé en dessous du stator 2 est constitué des deux fils 3a et 3b où 3a est situé au dessous de 3b. On constate ainsi que chacun des fils 3a et 3b aura la même longueur une fois le bobinage terminé. Le chignon sera ainsi rangé comme les encoches, il aura une largeur égale à la profondeur de ladite encoche 22, ainsi les fils 3 du chignon ne débordent ni du côté du rotor ni du côté de la culasse. Cela permet d'avoir une culasse plus petite, dans la limite de sa saturation magnétique, plus il y a de phases et moins il y a de saturation donc plus la culasse peut être étroite (jusqu'à 3,5mm) et dans la limite d'une taille suffisante pour la surface d'appui du palier (environ 4mm).

Comme on le voit sur la figure 3, le bobinage se compose de  $n \times M$  fils 3,  $n$  correspondant au nombre de phases. On insère chacun des faisceau 30 de  $M$  fils 3 dans les  $n$  encoches 22, la partie de fils insérée dans les  $n$  encoches 22 porte le repère 3a. On plie ensuite les fils 3 en accordéon comme sur la figure 4, en

faisant un premier pli à plus de 90°, un deuxième à moins de 45° et un troisième à plus de 90°. L'ensemble du bobinage est ensuite replié à l'intérieur du stator 1 à partir du bord des encoches 22 d'un angle de plus de 90°, comme représenté à la figure 5, la même opération est ensuite effectuée de façon symétrique de l'autre de coté du stator 1 (cf figure 6).

Une fois les deux premiers pliages réalisés on peut basculer l'ensemble des  $n \times M$  fils 3 de la partie rectiligne 3b dans les  $n$  encoches suivantes, l'ensemble de ces opérations sont répétée ainsi de suite jusqu'au tour complet du stator 2.

Une fois un tour effectué on inverse le sens de bobinage et l'orientation du bobinage, c'est-à-dire que les fils 3 sont bobinés en les basculant en sens inverse au sens précédent.

Ce bobinage est réalisé grâce à un dispositif visible sur les figures 9 à 21 et comprenant au moins deux chariots 4 et 5 et une contre forme 6, un canon 7 et un peigne 8.

Le premier chariot 4 à la figure 14 comprend  $n$  encoches 40 dans lesquelles sont placées les  $M$  fils 3 d'une spire, et deux axes d'enroulement 41 et 42 disposés perpendiculairement aux fils 3.

Le deuxième chariot 5 à la figure 15 comprend  $n$  encoches 50 dans lesquelles sont placées les  $M$  fils 3 d'une spire, et un axe d'enroulement 51 disposé perpendiculairement aux fils 3 et parallèlement aux axes 41 et 42.

La contre forme 6 à la figure 16 comprend  $n$  encoches 60 et une partie arrondie 61.

Deux chariots 4 et 5 à la figure 9 sont placés sur une matrice (non représentée) qui permet le mouvement des deux chariots.

Le premier chariot 4, illustré à la figure 14, comprend  $n$  encoches 40 dans lesquels sont enfilés les  $M$  fils 3, formant le faisceau 30. Un axes 41 est disposé à une des extrémité du

chariot 4 et un deuxième axe 42 est placé en retrait du premier axe 41 à une distance correspondant sensiblement au côté triangle de boucle 30a ou 30b d'un faisceau 30 constituant le chignon. L'axe 41 est amovible.

5 Le deuxième chariot 5, illustré à la figure 15, comprend n encoches 50 dans lesquels sont enfilés les M fils 3. Un axe 51 est disposé à une des extrémités du chariot 5.

La contre forme 6, illustré à la figure 16, comprend n encoches dans lesquels les n faisceaux 30 peuvent être insérés.

10 Nous allons d'abord décrire le mouvement du dispositif de bobinage pour réaliser la première partie du bobinage, puis celui nécessaire pour effectuer l'inversion de bobinage, le bobinage après l'inversion est similaire au premier.

Le figure 9 est la position de départ: les M x n fils 3 sont alignés dans les n encoches 40 du premier chariot 4, les n encoches 50 du deuxième chariot 5 et les n encoches 22 du stator 1.

20 Comme le montre la figure 10, l'ensemble des deux chariots 4 et 5 sont basculés ensemble vers le haut, ce qui réalise le premier pliage en 37 des M x n fils 3 autour de l'axe 51.

Ensuite, les deux chariots 4 et 5 sont dissociés pour réaliser le deuxième pliage des n x M fils 3 (cf. figure 11) autour de l'axe 41.

25 L'ensemble de deux chariots 4 et 5 sont de nouveau solidarisés dans la position obtenue, puis basculés ensemble avec les fils 3 à l'intérieur du stator 1, comme visible à la figure 12 afin de réalisé un nouveau pliage des fils 3 autour de l'extrémité 61 de la contre forme 6, les fils 3 sont disposés dans les n encoches 60.

Ensuite l'axe 41 est retiré du chariot 4 et ledit chariot 4 est mis dans une position parallèle au chariot 5 et à la contre forme 6, comme représenté à la figure 13. Ceci a pour effet de plier les fils 3 sur l'extrémité 51 du chariot 5 et sur l'axe 42 du chariot 4. Une fois, les pliages des fils 3 réalisés, l'ensemble des fils 3 sont basculés sur les 2n premières encoches 22 du stator 2. L'opération est répétée jusqu'à la réalisation du bobinage d'un tour complet du stator 1.

Pour réaliser un ondulé réparti, il faut inverser le sens de bobinage, c'est-à-dire qu'il faut bobiner les fils 3 en revenant à la position de départ du bobinage. Le fait qu'on inverse le sens du bobinage nécessite d'inverser l'ordre des fils 3 dans les n encoches des chariots 4 et 5 afin que les fils 3 soient dans le même ordre dans les encoches 22 du stator 1.

L'inversion de sens de bobinage est illustrée aux figures 18 à 21.

Le canon 7, illustré à la figure 17, comprend M trous 70 (ici deux) alignés verticalement.

La figure 18 montre le dispositif à la fin du bobinage dans le premier sens, un canon 7 d'amenée des fils 3 est placé à l'extrémité du dispositif et devant ce canon 7 est disposé un peigne 8 avec n encoches 80 qui est mis en retrait des fils 3. Le chariot 4 est mis en retrait des fils 3 et les axes 41 et 42 sont retirés du chariot 4.

Pour réaliser l'inversion des fils 3 dans le dispositif, le canon 7 effectue une rotation à 180° et le peigne 8 est placé au contact du canon 7, les fils 3 placés dans les encoches 80 du peigne 80, comme visible à la figure 19. La zone d'inversion des fils 3 est repérée par la référence 36 sur la figure 19.

Le peigne 8 est ensuite repoussé vers le chariot 5 de façon à mettre les fils 3 dans le nouveau sens jusqu'à mettre le zone

d'inversion 36 des fils 3 en un point situé entre les deux axes 41 et 42 du chariot 4, visible à la figure 20.

Le chariot 4 est ensuite replacé sur les fils 3, avec la zone d'inversion 36 placée entre les deux axes 41 et 42 qui ont ensuite  
5 été replacés sur le chariot 4, comme montré à la figure 21.

Le bobinage recommence en sens inverse suivant le même principe que décrit précédemment pour le premier sens de bobinage.

En répétant plusieurs fois ce bobinage on réalise le bobinage  
10 complet du stator illustré à la figure 1, avec des chignons de forme sensiblement triangulaire.

## REVENDICATIONS

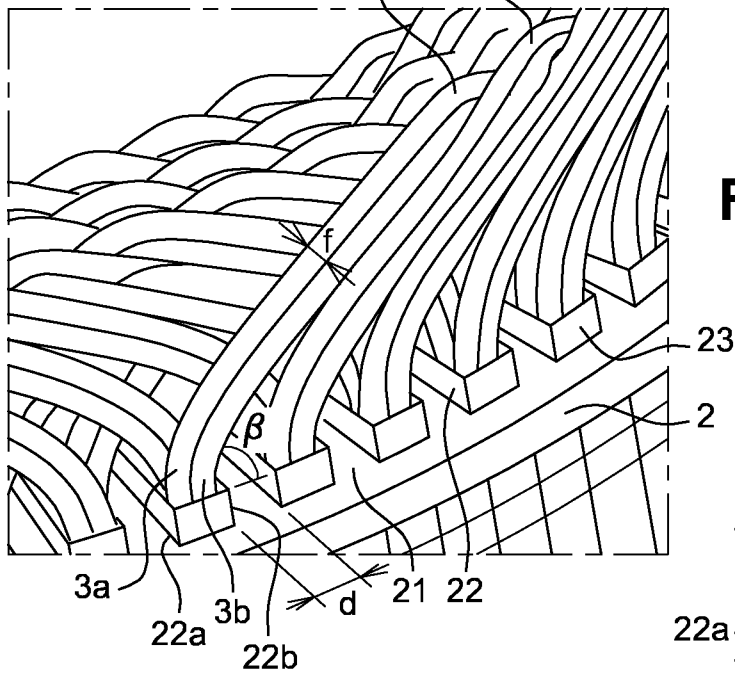
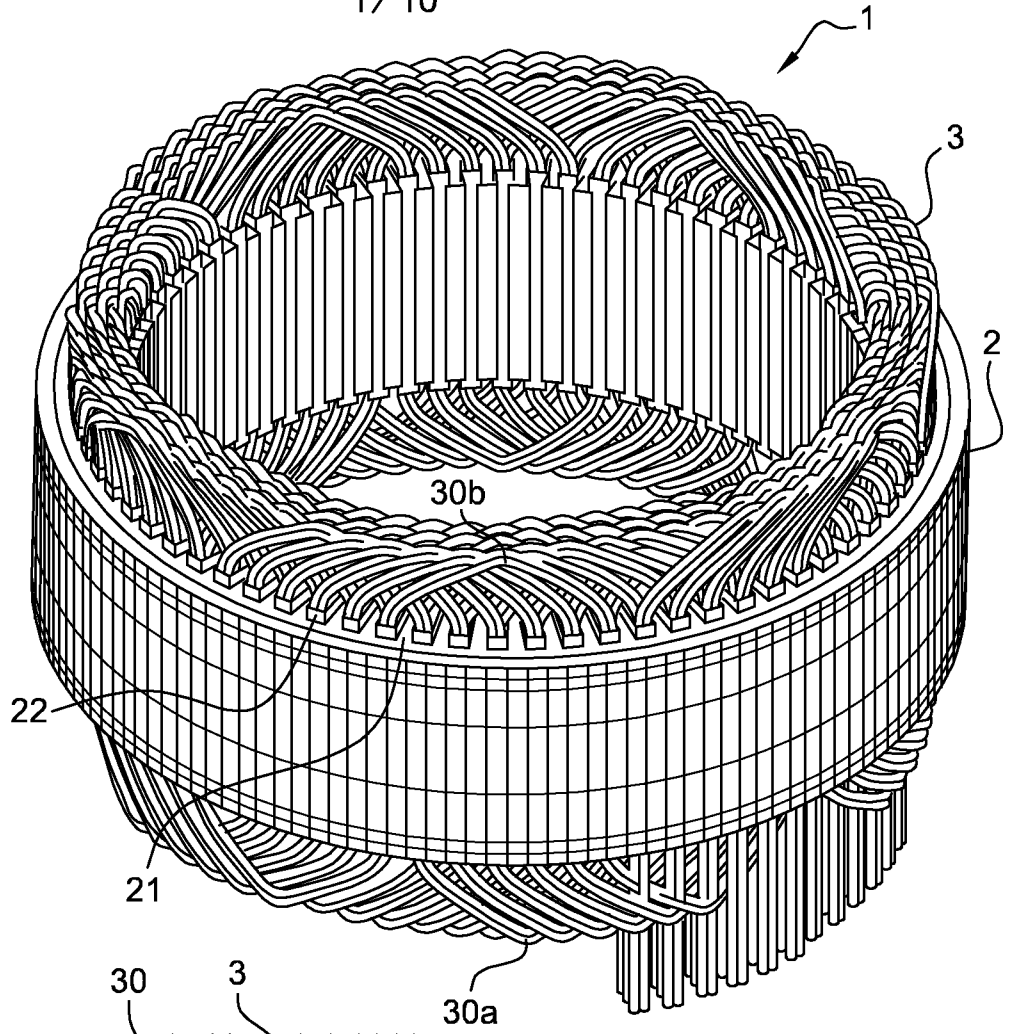
1. Procédé de bobinage d'un rotor ou d'un stator (2) d'une machine électrique tournante comportant une série de dents (21) délimitées par des encoches (22) dans chacune desquelles sont  
5 insérés M fils (3) électriques continus constituant une spire, M étant supérieur ou égal à 1, **caractérisé en ce que** l'on bobine simultanément n x M fils (3) dans un nombre n d'encoches (22), n étant correspondant au nombre de phase et étant  $\geq 2$ , l'ensemble des M fils (3) constituant une phase et étant inséré  
10 dans une même encoche (22).
2. Procédé de bobinage selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** chaque phase est réalisée avec un fil (3) continu.
3. Procédé de bobinage selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les M fils (3) sont mis en parallèle dans  
15 les encoches (22) et superposés dans une boucle (30a, 30b) reliant deux encoches successives (22).
4. Procédé de bobinage selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on bobine les n x M fils (3) en réalisant un premier serpentín avec une boucle (30a) situé à l'avant du  
20 stator (2) et en insérant les n x M fils dans les n<sub>1</sub> encoches (22) suivantes, puis un deuxième serpentín avec une boucle (30b) situé à l'arrière du stator (2) et en insérant les n x M fils (3) dans le n<sub>2</sub> encoches (22) suivantes.
5. Procédé de bobinage selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'on bobine les n x M fils (3) en inversant  
25 le sens du bobinage lorsque toutes les encoches (22) du stator comportent au moins un fils (3) des n phases.
6. Procédé de bobinage selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** M est supérieur à 1, les M fils (3) sont  
30 alignés dans le fond de l'encoche (22).

7. Procédé de bobinage selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** l'encoche (22) ne présente pas de pied de dent ou que le pied de dent est dissymétrique et que M est supérieur à 1, les M fils (3) sont alignés les uns à coté des autres dans la largeur de l'encoche (22).  
5
8. Procédé de bobinage selon une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** les fils (3) sont ronds.
9. Procédé de bobinage selon une des revendications 2 à 8, **caractérisé en ce que** la boucle (30a, 30b) située à l'avant ou à l'arrière du stator (22) est de forme sensiblement triangulaire.  
10
10. Procédé de bobinage selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la boucle (30a, 30b) forme un triangle isocèle.
11. Procédé de bobinage selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** la boucle (30a, 30b) forme un triangle avec un angle de 90°.   
15
12. Procédé de bobinage selon une des revendications 2 à 10, **caractérisé en ce que** les M fils (3) constituant la boucle (30a, 30b) font un angle  $\beta$  supérieur à  $\alpha$  avec l'avant ou l'arrière du stator (2) et que  $\tan\alpha$  est égal à  $f/d$ , f étant le diamètre du fil (3) et d la largeur de la dent (21).  
20
13. Procédé de bobinage selon la revendication 12, **caractérisé en ce que** les M fils (3) constituant la boucle (30a, 30b) font un angle  $\beta$  avec l'avant ou l'arrière du stator (2) et que  $\tan\beta$  est égal à  $f+2\text{mm}/d$ , f étant le diamètre du fil (3) en mm et d la largeur de la dent (21) en mm.  
25
14. Stator obtenu par le procédé selon une des revendications précédentes.
15. Dispositif de bobinage d'un rotor ou d'un stator d'une machine électrique tournante comprenant au moins deux  
30

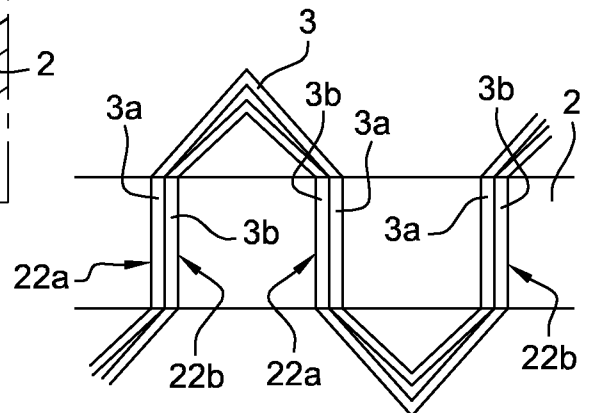
chariots (4, 5) avec une série de dents délimitées par n encoches (40, 50) dans chacune desquelles sont insérés M fils (3) électriques continus constituant une spire, n correspondant au nombre de phase de la machine électrique tournante et étant  $\geq 2$ , M étant supérieur ou égal à 1, **caractérisé en ce que** l'on insère simultanément M x n fils (3) dans le prolongement des n encoches (22) de la machine électrique tournante dans les n encoches (40, 50) des chariots (4, 5), que l'on plie l'ensemble des M x n fils (3) au moins deux fois par le pliage des chariots (4, 5) l'un par rapport à l'autre, que l'on rabat l'ensemble des M x n fils (3) ainsi pliés dans les  $n_1$  encoches (22) suivante de la machine électrique tournante.

16. Dispositif de bobinage selon la revendication précédente, **caractérisé en ce que** l'inversion du sens de bobinage se fait en inversant le sens de rabattement des fils (3) dans les encoches (22) et en ce qu'un canon de guidage (7) des M fils (3) disposé à l'arrière des chariots (4, 5) fait une rotation de  $180^\circ$  et qu'un peigne (7) pousse les M fils (3) retournés vers le bout du premier chariot (4).

**Fig. 1**

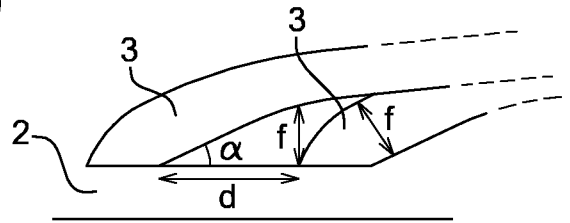


**Fig. 2**

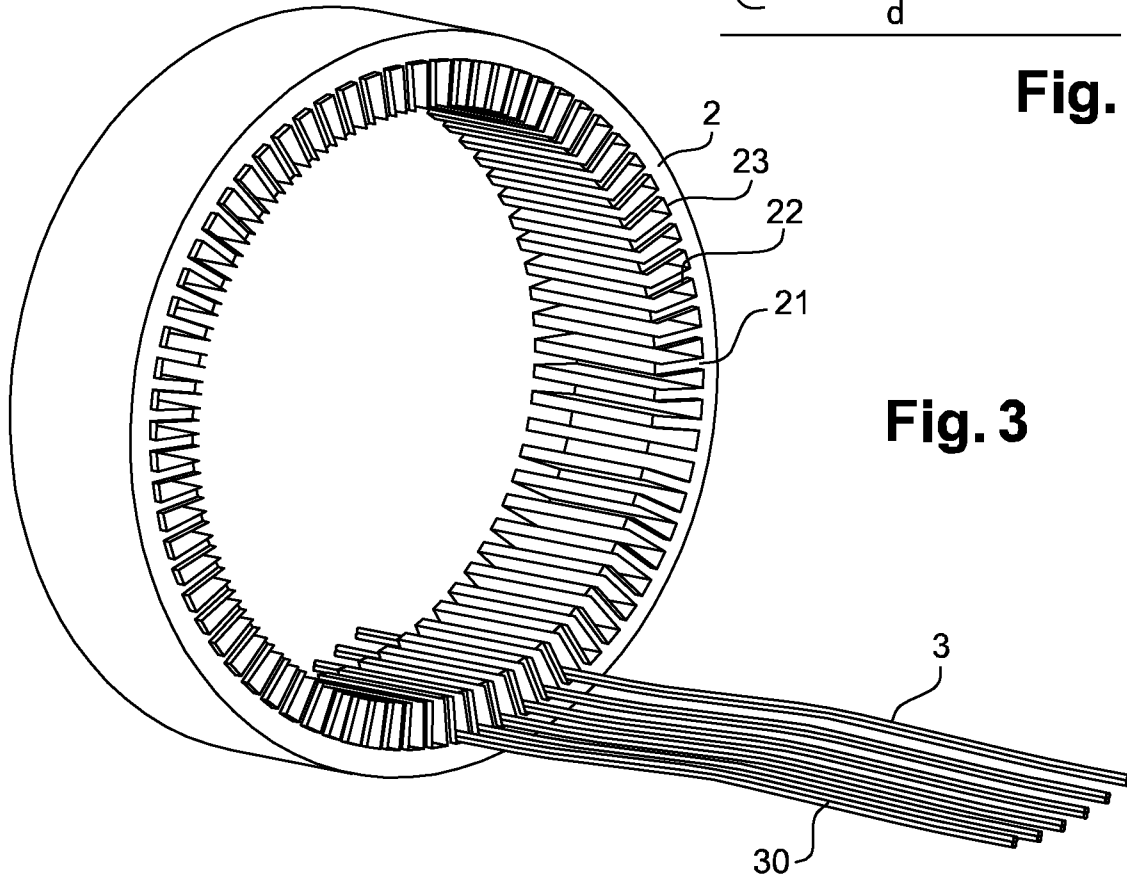


**Fig. 2a**

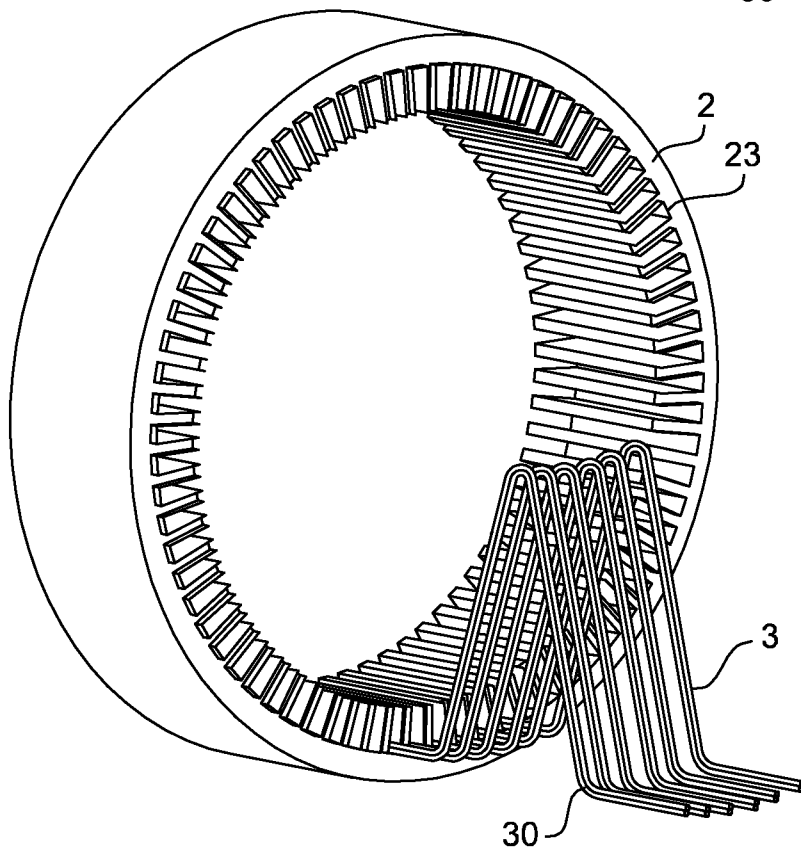
2 / 10



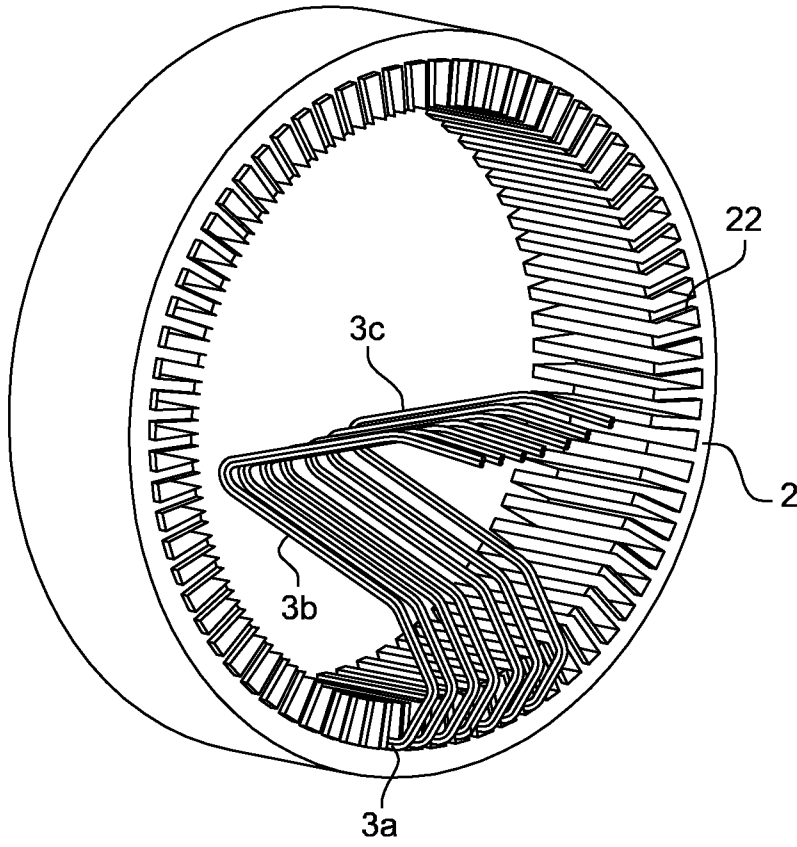
**Fig. 2b**



**Fig. 3**

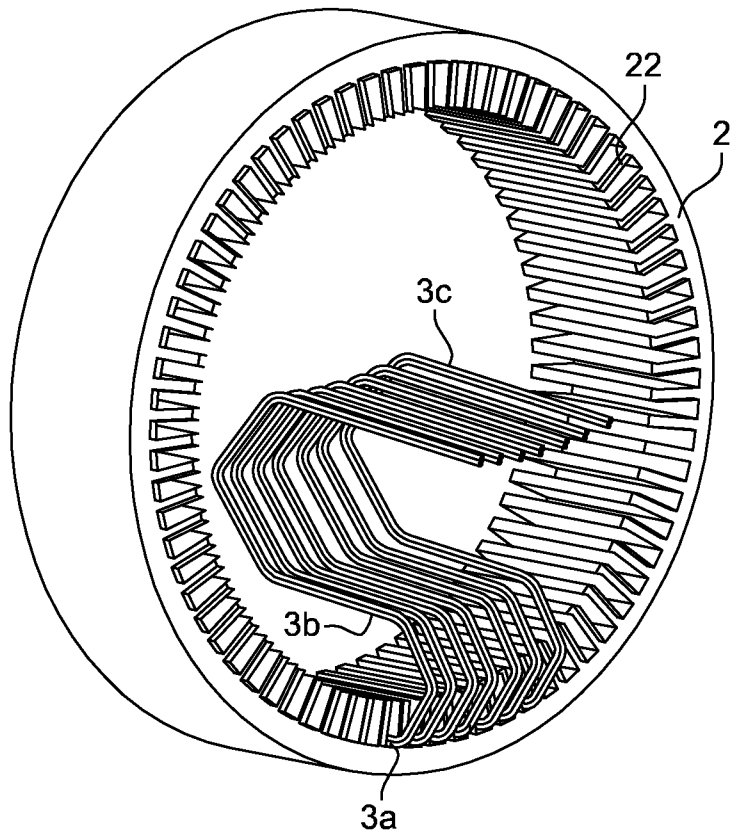


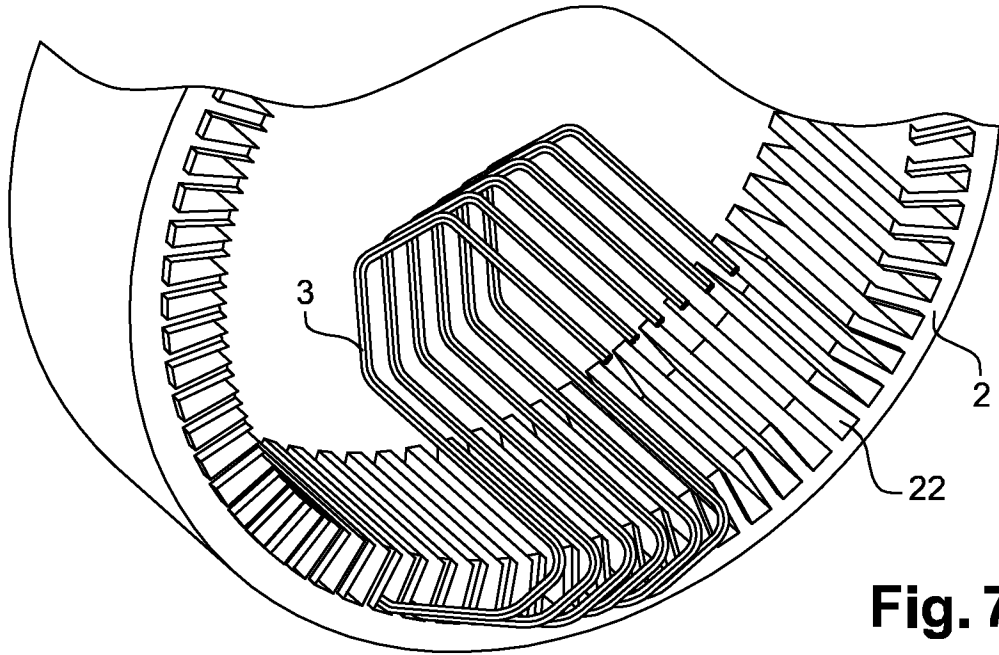
**Fig. 4**



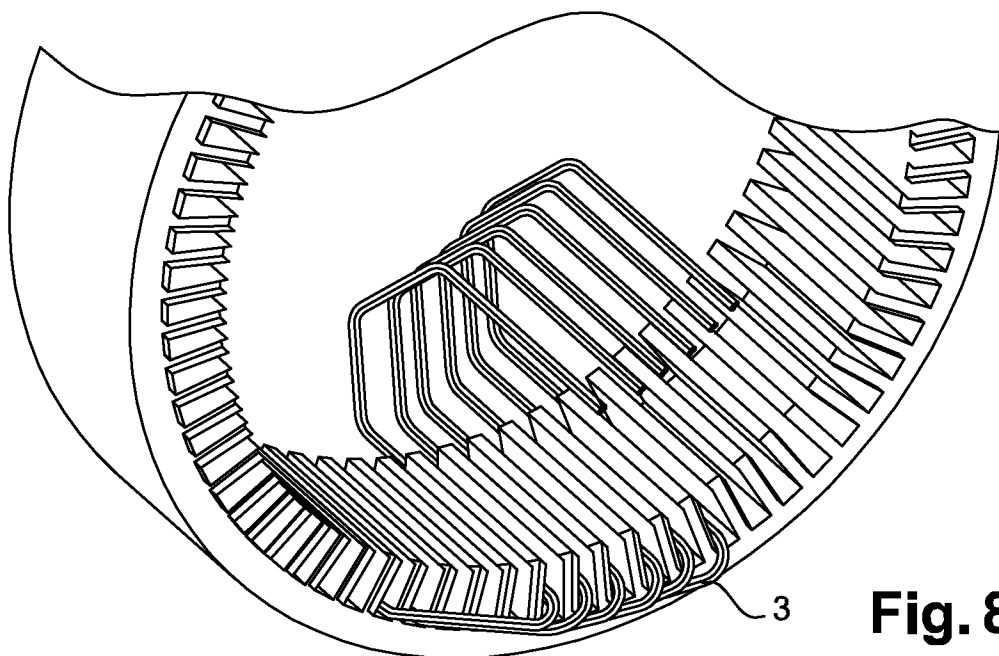
**Fig. 5**

**Fig. 6**

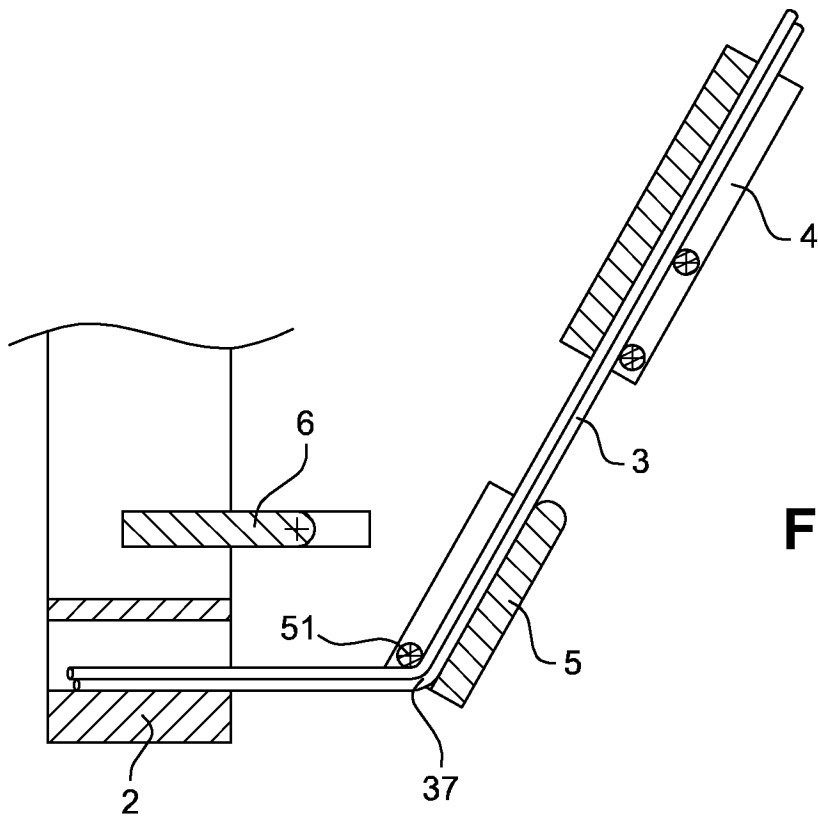
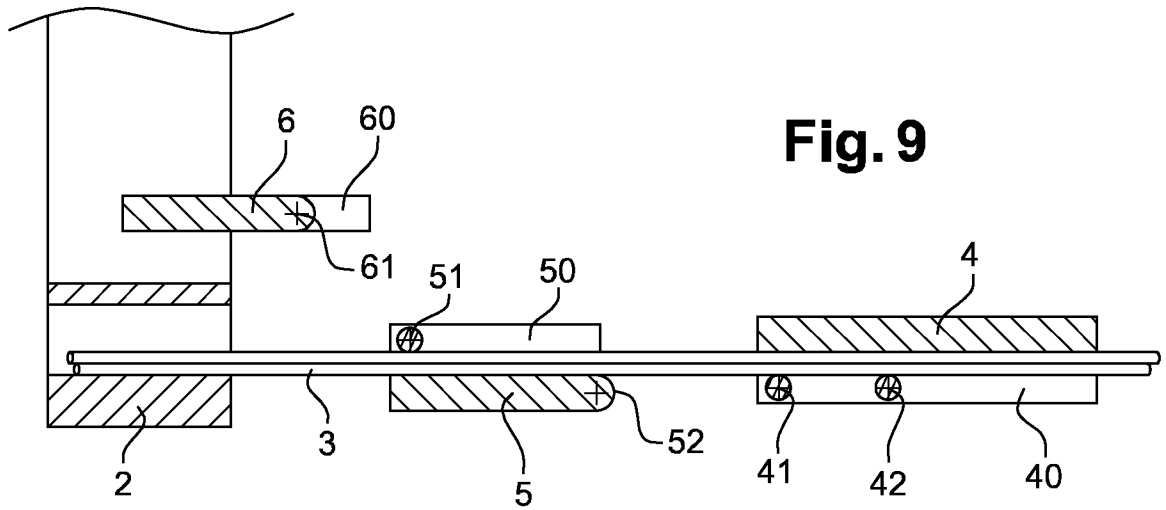




**Fig. 7**



**Fig. 8**



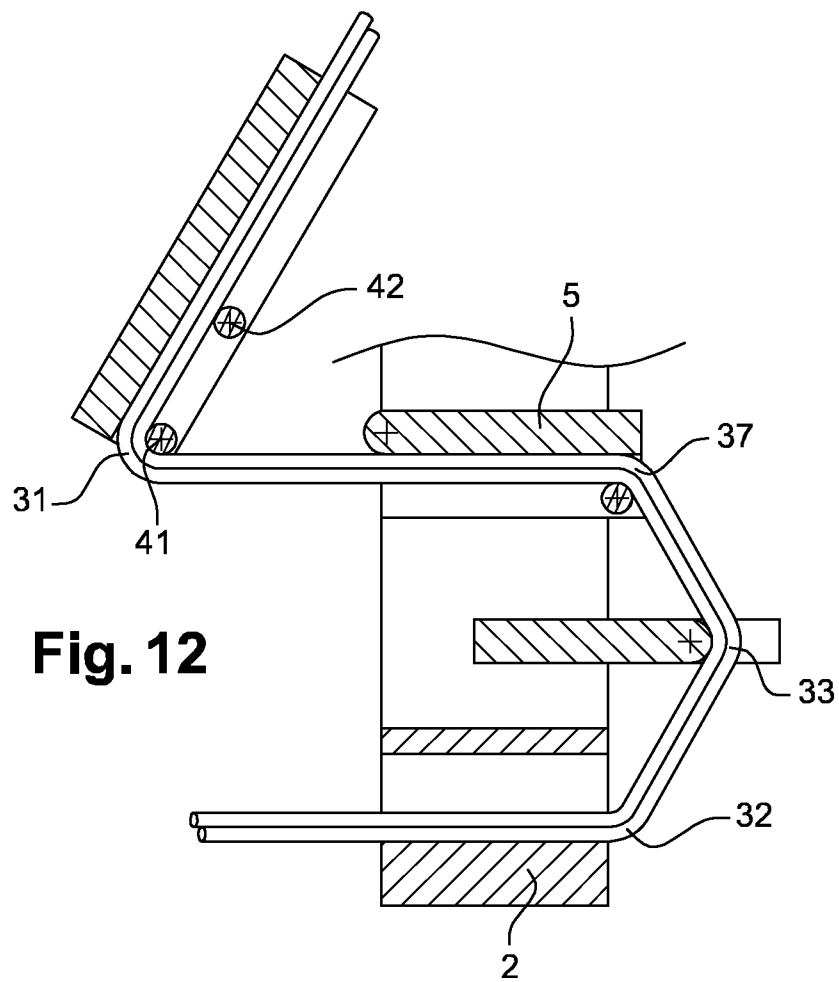
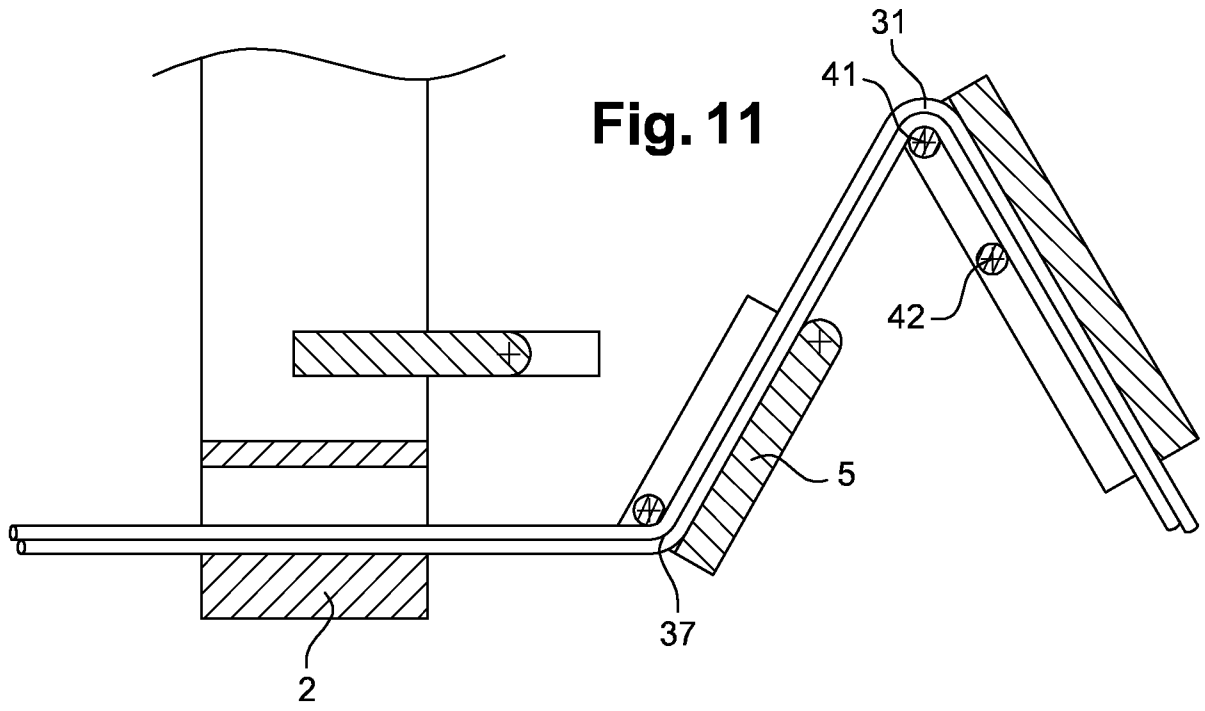
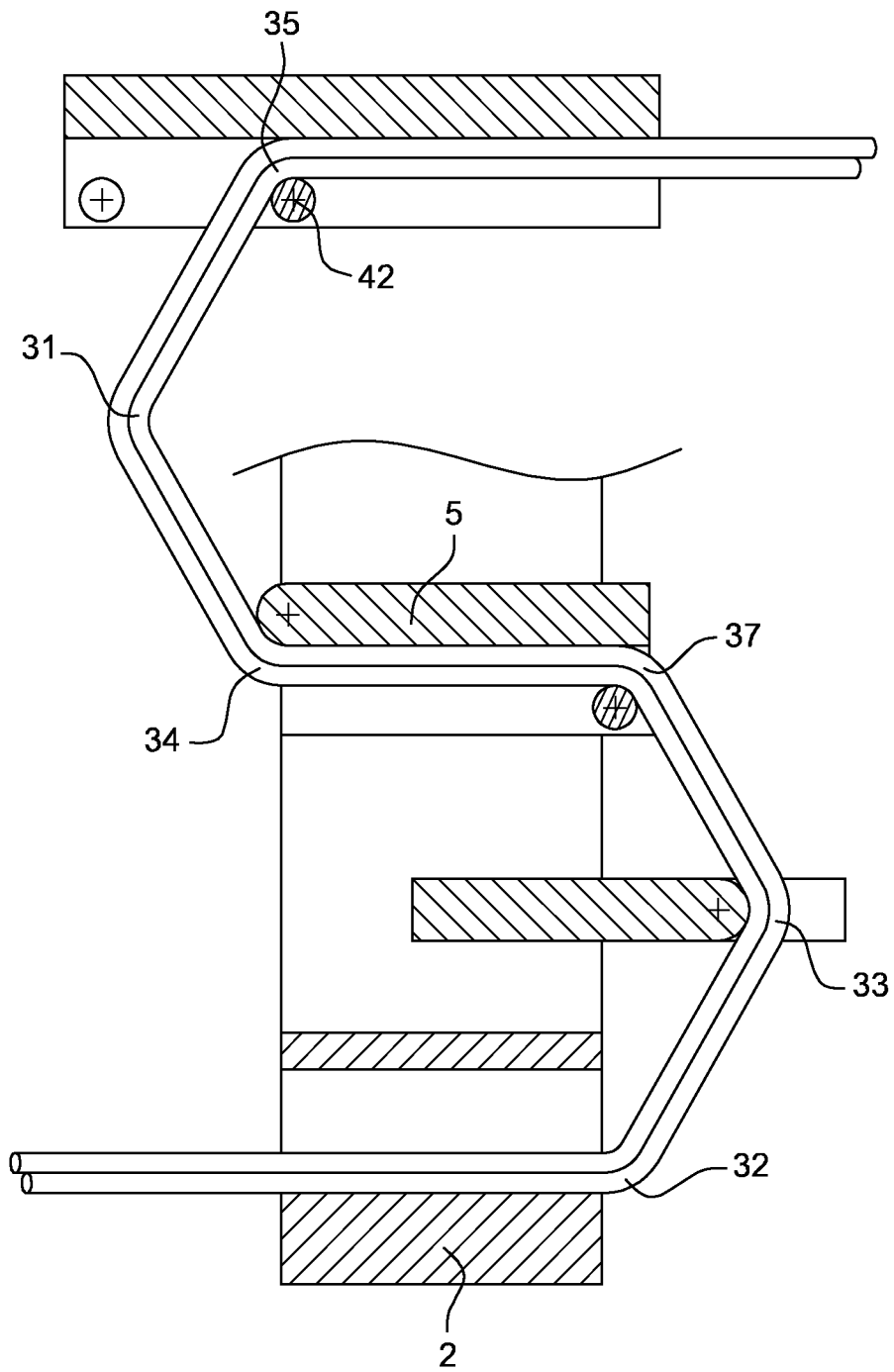
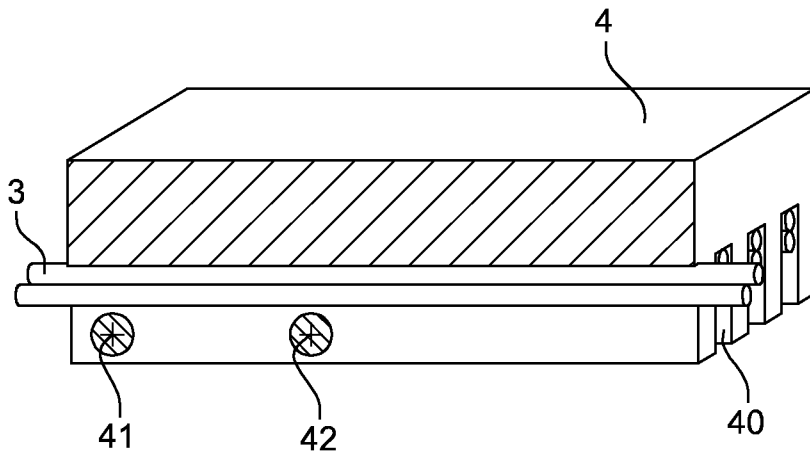


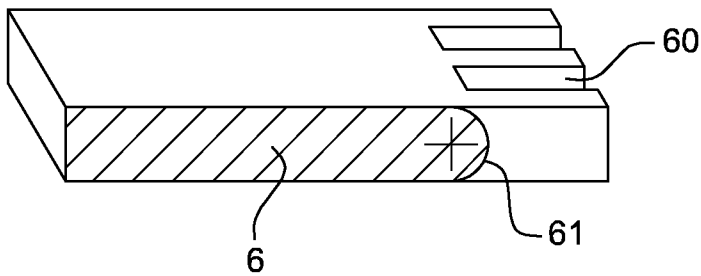
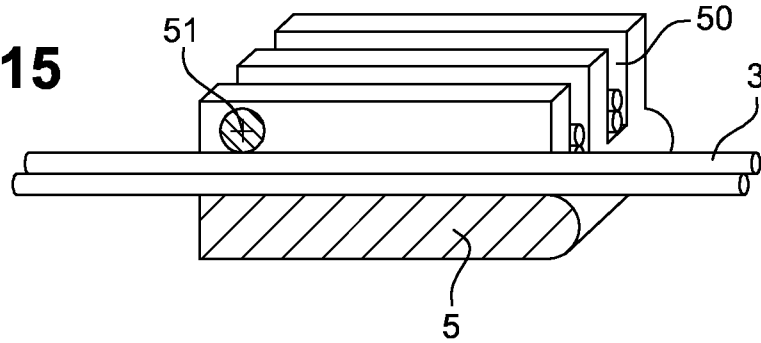
Fig. 13



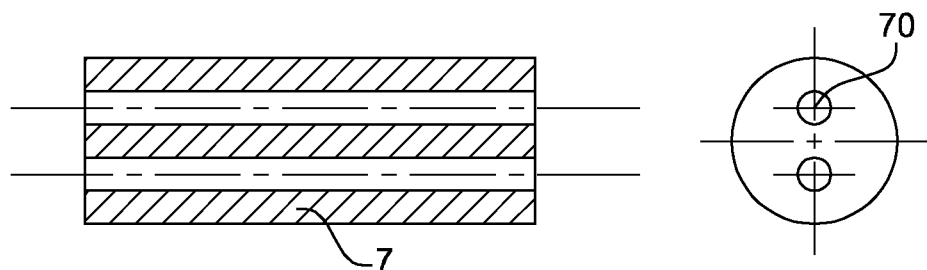


**Fig. 14**

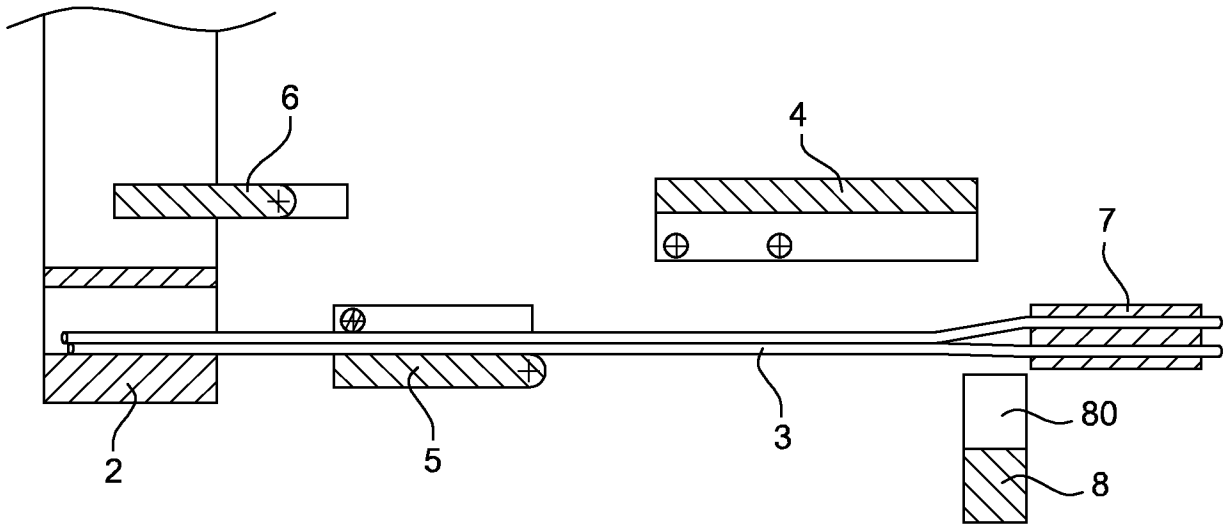
**Fig. 15**



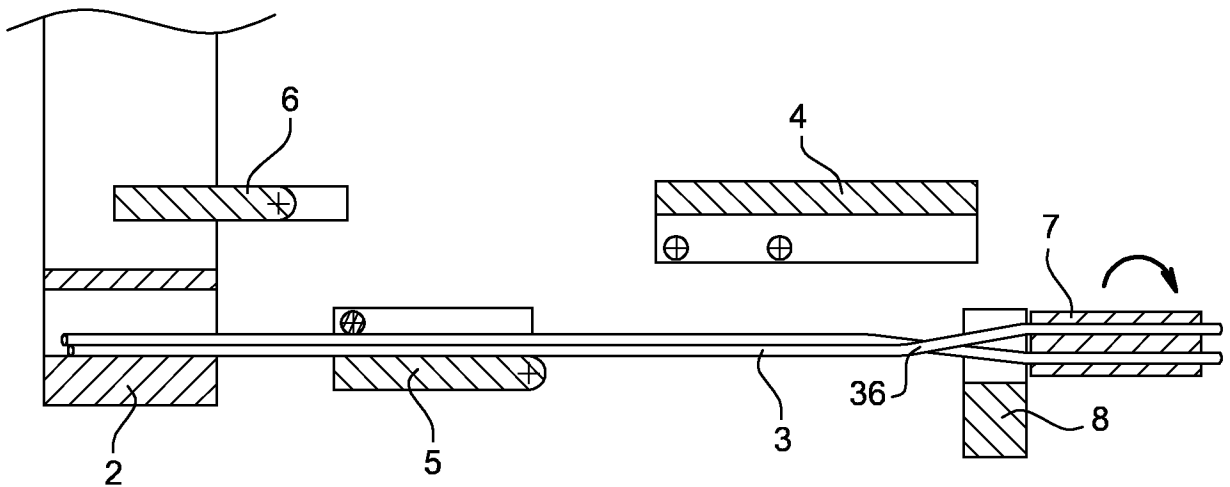
**Fig. 16**



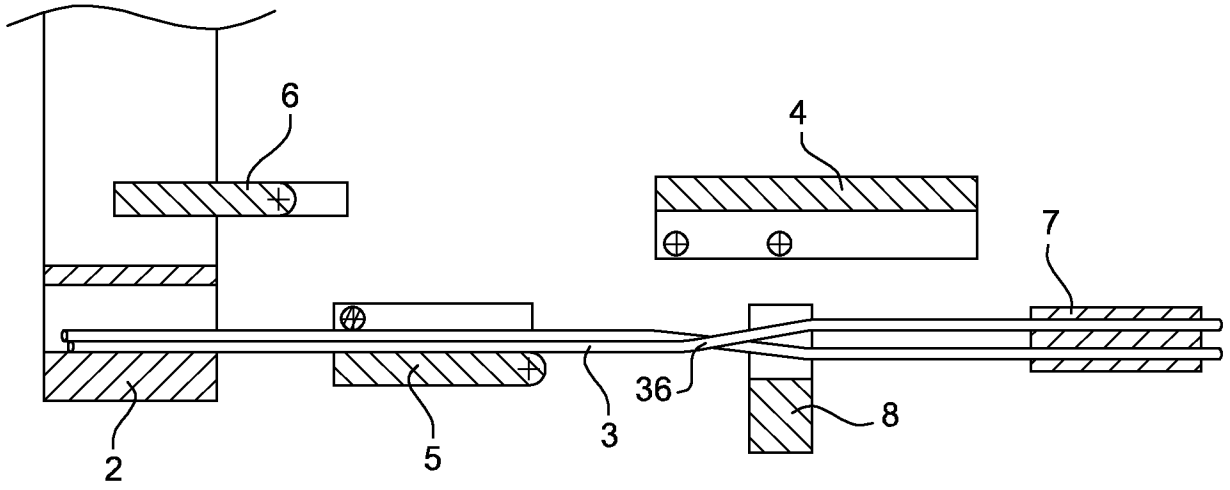
**Fig. 17**



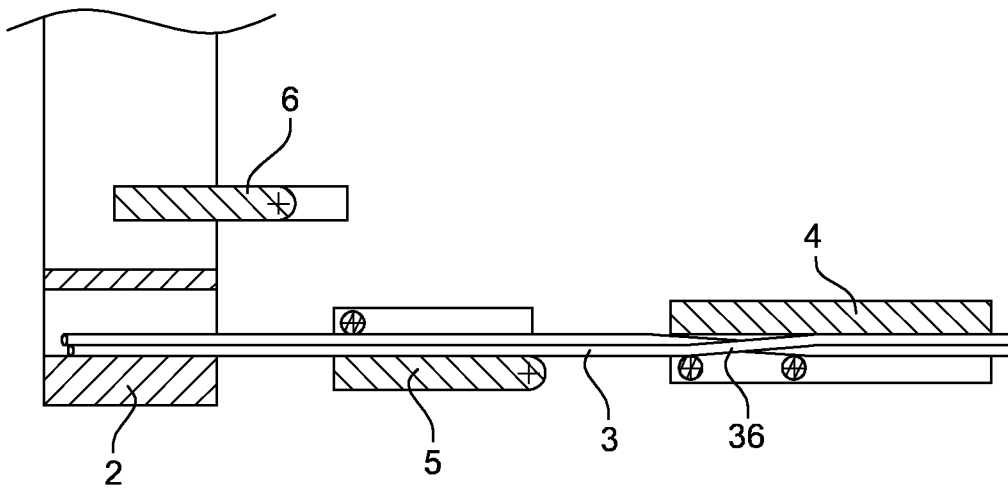
**Fig. 18**



**Fig. 19**



**Fig. 20**



**Fig. 21**