(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
2 décembre 2004 (02.12.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/105063 A2

(51) Classification internationale des brevets[7] :
H01F 41/04, 27/28

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2004/001198

(22) Date de dépôt international : 14 mai 2004 (14.05.2004)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
03/05917 16 mai 2003 (16.05.2003) FR

(71) Déposants et
(72) Inventeurs : **SCHERRER, Jean-Marc** [FR/FR]; 5A, rue du Collège, F-68400 Riedisheim (FR). **SCHERRER, Jean-Paul** [FR/FR]; 76A, avenue de la 1ère D.B., F-68100 Mulhouse (FR).

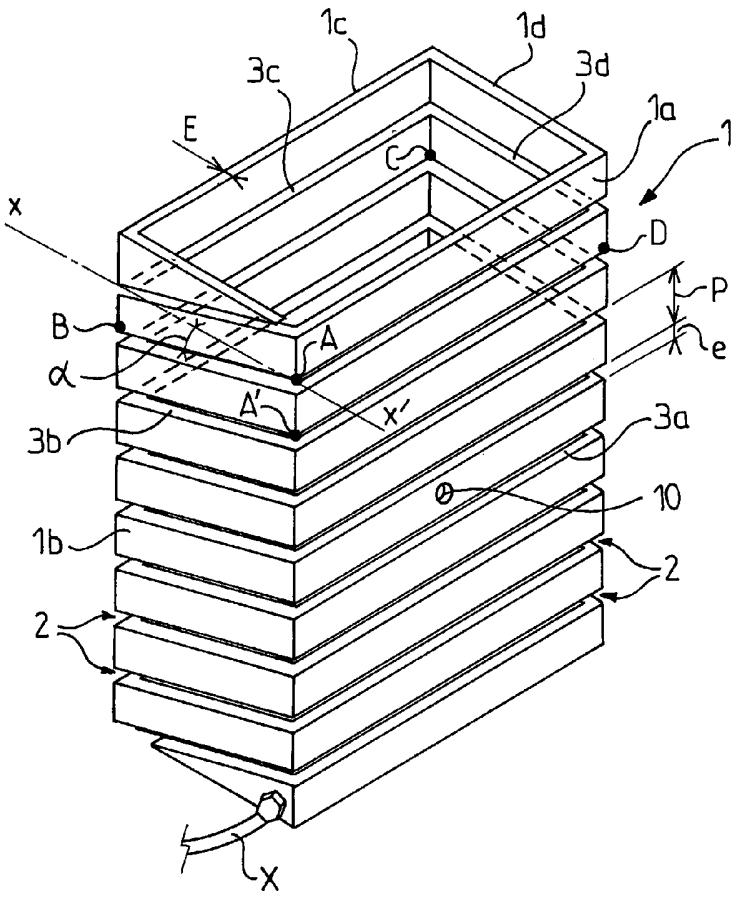
(72) Inventeur; et
(75) Inventeur/Déposant *(pour US seulement)* : **BEISSER, Jean-Claude** [FR/FR]; 1, boucle des Dauphinelles, F-05520 l'Argentière la Bessée (FR).

(74) Mandataire : **PUIROUX, Guy**; Cabinet Guiu & Bruder, 68, rue d'Hauteville, F-75010 Paris (FR).

*[Suite sur la page suivante]*

(54) Title: TRANSFORMER WINDING AND PRODUCTION METHOD THEREOF

(54) Titre : ENROULEMENT POUR TRANSFORMATEUR ET SON PROCEDE DE FABRICATION




(57) **Abstract:** The invention relates to a method of producing a winding (1), e.g. for an electrical transformer, from a cylindrical, tubular metal element having a straight polygonal section. The inventive method is characterised in that it comprises the following steps consisting in: machining a series of essentially-parallel cuts through all of the sides (1a, 1c, 1d) of the tubular element excluding one last side (1b), said step being performed in a first series of passes; and, in a second series of passes, machining cuts in the aforementioned last side (1b) in order to form a junction with the cuts in the adjoining sides, such that said cuts are continuous and form a single helicoidal groove.

(57) **Abrégé :** La présente invention concerne un procédé de fabrication d'un enroulement (1) notamment pour transformateur électrique à partir d'un élément métallique tubulaire cylindrique de section droite polygonale. Ce procédé est caractérisé en ce qu'il comporte les étapes consistant à : - usiner, en une première série de passes, une série de découpes sensiblement parallèles entre elles à travers l'ensemble des côtés (la, lc, ld) de l'élément tubulaire à l'exception d'un dernier côté (1b), - usiner en une seconde série de passes des découpes dans ledit dernier côté (lb) afin d'assurer la jonction des découpes débouchant dans les côtés adjacents à celui-ci, de façon que ces découpes

*[Suite sur la page suivante]*

WO 2004/105063 A2

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

**(84) États désignés** *(sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible)* : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, 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*

*En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.*

soient en continuité les unes des autres et constituent une rainure unique de forme hélicoïdale.

# ENROULEMENT POUR TRANSFORMATEUR ET SON PROCEDE DE FABRICATION

La présente invention concerne un enroulement pour transformateur électrique et notamment un enroulement secondaire basse tension et forte intensité pour celui-ci ainsi qu'un procédé de fabrication d'un tel enroulement.

La fabrication des transformateurs en mesure de délivrer des valeurs d'intensité importantes est souvent difficile en raison de la nécessité de bobiner, notamment au niveau du secondaire, des fils de diamètre important. Par ailleurs, dans de tels transformateurs, il est particulièrement difficile de disposer sur ces enroulements des points, tels que des points milieu, permettant d'établir une sortie en communication avec un nombre de spires déterminé permettant ainsi de prélever des tensions de sortie variables. On sait de plus que les transformateurs de ce type, vraisemblablement en raison des difficultés précédemment mentionnées, sont d'un prix de revient particulièrement élevé.

On a proposé, dans le brevet US-A-3731243 un procédé de fabrication d'un enroulement pour transformateur électrique dans lequel on part d'un élément tubulaire cylindrique de section droite carrée que l'on usine au moyen d'un disque à tronçonner avec lequel on réalise successivement sur chacune des faces de cet élément cylindrique des rainures inclinées qui se rejoignent d'un côté à l'autre de façon à former une spire hélicoïdale. Cette technique présente l'inconvénient d'une mise en oeuvre longue et complexe dans la mesure où l'on doit réaliser des rainures parallèles et inclinées sur chacune des faces de l'élément tubulaire.

La présente invention a pour but de remédier aux divers inconvénients précités en présentant un enroulement pour transformateur, et notamment un enroulement secondaire basse tension et forte intensité, qui est usiné dans la masse d'un élément tubulaire et qui est facile à mettre en oeuvre, et donc d'un coût de fabrication relativement modéré, et qui, de plus, possède des prises de prélèvement de tension disposées sur un nombre de spires quasiment quelconque, permettant ainsi à l'utilisateur de disposer d'une tension, notamment de sortie, totalement adaptable en fonction de ses besoins.

La présente invention a ainsi pour objet un procédé de fabrication d'un enroulement notamment pour transformateur électrique à partir d'un élément métallique tubulaire cylindrique de section droite polygonale caractérisé en ce qu'il comporte les étapes consistant à :

- usiner, en une première série de passes, une série de découpes sensiblement parallèles entre elles à travers l'ensemble des côtés de l'élément tubulaire à l'exception d'un dernier côté,

- usiner en une seconde série de passes des découpes dans ledit dernier côté afin d'assurer la jonction des découpes débouchant dans les côtés adjacents à celui-ci, de façon que ces découpes soient en continuité les unes des autres et constituent une rainure unique de forme hélicoïdale.

Préférentiellement l'usinage des découpes sera effectué au moyen d'un disque d'usinage rotatif.

La présente invention a également pour objet un enroulement, notamment pour transformateur électrique, constitué d'un élément métallique tubulaire cylindrique de

section droite polygonale, creusé de façon à former une hélice, caractérisé en ce qu'au moins l'un des côtés de l'élément tubulaire cylindrique comporte des rainures qui s'étendent suivant une génératrice de celui-ci, qui sont ouvertes sur l'extérieur et qui ont une section droite en forme de T, chacune de ces rainures étant apte à recevoir des moyens de fixation d'une cosse de liaison électrique. La section droite de l'élément tubulaire sera préférentiellement de forme carrée, rectangulaire ou triangulaire.

On décrira ci-après, à titre d'exemple non limitatif, une forme d'exécution de la présente invention, en référence au dessin annexé sur lequel :

La figure 1 est une vue en perspective d'un exemple de réalisation d'un enroulement d'un transformateur suivant l'invention.

La figure 2 est une vue en coupe verticale de l'élément tubulaire et de l'outil rotatif au cours de la première passe d'usinage.

La figure 3 est une vue de dessus de l'élément tubulaire et de l'outil d'usinage représentés sur la figure 2.

La figure 4 est une vue en coupe verticale de l'élément tubulaire et de l'outil rotatif au cours de la seconde passe d'usinage.

La figure 5 est une vue de dessus de l'élément tubulaire et de l'outil d'usinage représentés sur la figure 4.

La figure 6 est une vue de face schématique d'un exemple de transformateur équipé d'un enroulement suivant l'invention.

La figure 7 est une vue de dessus du transformateur représenté sur la figure 6.

La figure 8 est une vue de profil du transformateur représenté sur les figures 6 et 7.

La figure 9 est une vue en perspective d'une variante de mise en oeuvre de la présente invention.

On a représenté en perspective sur la figure 1 un enroulement 1 suivant l'invention destiné à constituer notamment le secondaire d'un transformateur. Cet enroulement secondaire 1 est constitué d'un élément tubulaire cylindrique à section droite en forme de rectangle, comportant ainsi quatre faces principales 1a, 1b, 1c, 1d. Cet élément tubulaire est creusé d'une fente 2, de forme sensiblement hélicoïdale, qui traverse son épaisseur de part en part et qui s'étend sur toute sa périphérie de son sommet à sa base.

Cette fente 2 est en fait constituée d'une série de fenêtres rectilignes et parallèles 3a, 3b, 3c, 3d qui sont usinées à partir de l'une des quatre faces, à savoir ici à partir de la face 1d. Ainsi que représenté sur les figures 1 à 5, les fenêtres 3a, 3c et 3d sont transversales et sont usinées en une seule série de passes à l'aide d'un disque rotatif d'usinage 4 à partir de la face 1d ainsi que représenté sur les figures 2 et 3, alors que les fenêtres 3b sont réalisées lors d'une seconde série de passes à travers la face 1b et sont inclinées d'un angle $\alpha$ par rapport à leur axe transversal xx', de façon telle qu'elles assurent la liaison avec les rainures

correspondantes 3a et 3c des faces 1a et 1c qui leur sont adjacentes de façon à former une fente sensiblement hélicoïdale 2, et que, lorsque l'on tourne autour de l'élément tubulaire 1, partant par exemple d'un angle A de celui-ci et passant par des angles respectifs B, C et D, on arrive au point A', situé sous le point A, à une distance de celui-ci égale à la somme de l'espace inter-fente, ou pas P, séparant les différentes fentes, et de la largeur e de la fente 2.

On obtient donc en définitive une fente hélicoïdale réalisée dans l'élément profilé 1.

Ce mode de réalisation est particulièrement intéressant en ce qu'il peut être exécuté de façon très facile, rapide et répétitive par des machines à commande numérique qui, par exemple, réaliseront l'ensemble des rainures parallèles transversales à partir de la face 1d du tube, puis, après retournement de celui-ci et une légère inclinaison $\alpha$, réaliseront les rainures 3b inclinées d'un angle $\alpha$ par rapport à l'axe transversal xx'.

Un tel mode de mise en œuvre s'est ainsi révélé être particulièrement facile, rapide et peu coûteux, à mettre en oeuvre en comparaison d'une part des réalisations bobinées de l'état antérieur de la technique nécessitant de faire appel à des enroulements constitués de fils de très forte section, et d'autre part de la réalisation suivant le brevet US-A-3731243 qui nécessite autant de séries de passes que de faces du tube cylindrique.

Dans le présent mode de mise en oeuvre, la section droite de l'enroulement pourra être facilement contrôlée en jouant sur l'épaisseur e de la paroi de l'élément

tubulaire 1, et également sur la valeur du pas P de celui-ci.

La présente invention est également particulièrement intéressante en ce qu'elle permet de disposer facilement un point milieu sur un tel enroulement en réalisant, par exemple ainsi que représenté sur la figure 1, un simple trou fileté 10 dans un espace inter-fentes sur lequel il sera facile de venir fixer, par des moyens de vissage appropriés une borne de sortie, sur un fil conducteur. L'utilisateur pourra ainsi sélectionner, entre cette borne de sortie et une borne de référence X, une tension secondaire quasiment quelconque comprise entre 0 et la tension de sortie prévue pour le transformateur.

On a représenté sur les figures 6 à 8 une variante particulièrement intéressante de l'invention dans laquelle l'élément tubulaire est constitué d'un élément profilé dont la section droite, qui apparaît clairement sur la figure 7, est de forme carrée, deux côtés opposés de l'élément profilé 1 comportant des rainures 5 s'étendant suivant une génératrice du profilé, qui sont ouvertes sur l'extérieur et ont une section droite en forme de T. Chacune de ces rainures 5 est ainsi apte à recevoir la tête 6 d'une vis 7 permettant au moyen d'un écrou 9 d'assurer la fixation d'une cosse de liaison électrique 11 sur laquelle est soudé un fil conducteur 13. Ainsi que représenté sur la figure 7 le transformateur peut être constitué d'un premier bobinage primaire 15 externe, et d'un second bobinage primaire 15' qui est disposé à l'intérieur de l'enroulement secondaire 1, qui sont liés entre eux, de façon classique, par un circuit magnétique 17. Ainsi qu'il en était du précédent, l'enroulement secondaire 1 de ce transformateur est réalisé par usinage

d'un type tel que celui décrit en regard de la figure 1. Le présent mode de mise en oeuvre est particulièrement intéressant en ce qu'il permet à l'utilisateur de disposer, entre une borne X prise comme référence du secondaire et une seconde borne Y, d'une tension proportionnelle au nombre de spires existant entre ces deux bornes. Les rainures 5 en T permettent en effet de disposer les moyens de connexion de la borne Y en une zone quasiment quelconque des deux faces opposées 1a et 1b.

Bien entendu, suivant l'invention, la section droite de l'élément tubulaire peut être de forme quelconque. Elle peut ainsi, comme représenté sur la figure 9, être de section droite triangulaire ou encore de section droite polygonale, et ceci en fonction des utilisations spécifiques souhaitées par l'utilisateur.

Ainsi dans le cas d'un élément tubulaire de section polygonale de n côtés on réalisera une première série de passes usinant n-1 côtés. Ces passes pouvant préférentiellement être transversales à l'élément tubulaire puis une deuxième série de passes sur le côté restant dont l'inclinaison $\alpha$ permettra de joindre des fentes des côtés adjacents de façon à former un usinage hélicoïdal.

## REVENDICATIONS

1.- Procédé de fabrication d'un enroulement (1) notamment pour transformateur électrique à partir d'un élément métallique tubulaire cylindrique de section droite polygonale caractérisé en ce qu'il comporte les étapes consistant à :

- usiner, en une première série de passes, une série de découpes sensiblement parallèles entre elles à travers l'ensemble des côtés (1a,1c,1d) de l'élément tubulaire à l'exception d'un dernier côté (1b),

- usiner en une seconde série de passes des découpes dans ledit dernier côté (1b) afin d'assurer la jonction des découpes débouchant dans les côtés adjacents à celui-ci, de façon que ces découpes soient en continuité les unes des autres et constituent une rainure unique de forme hélicoïdale.

2.- Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'on assure l'usinage des découpes au moyen d'un disque d'usinage rotatif (4).

3.- Enroulement, notamment pour transformateur électrique, constitué d'un élément métallique tubulaire cylindrique de section droite polygonale, creusé de façon à former une hélice, caractérisé en ce qu'au moins l'un des côtés de l'élément tubulaire cylindrique comporte des rainures qui s'étendent suivant une génératrice de celui-ci, qui sont ouvertes sur l'extérieur et qui ont une section droite en forme de T, chacune de ces rainures étant apte à recevoir des moyens de fixation d'une cosse de liaison électrique.

4.- Enroulement suivant la revendication 3, caractérisé en ce que la section droite de l'élément tubulaire est carrée, rectangulaire ou triangulaire.

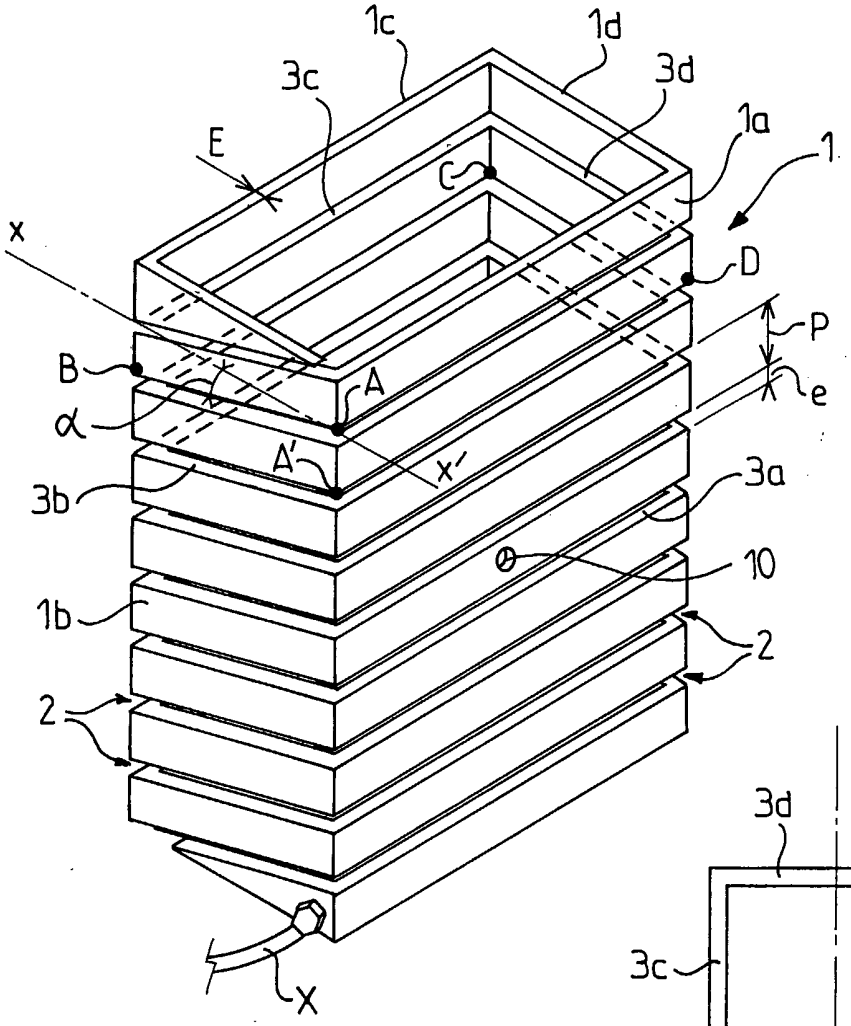



FIG.1

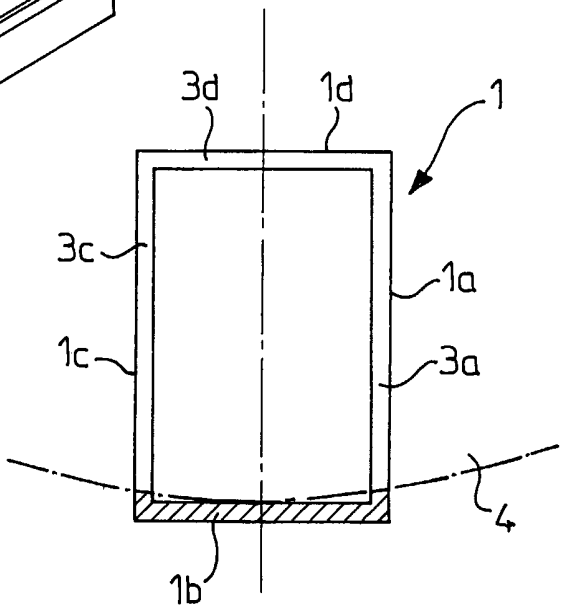



FIG.2

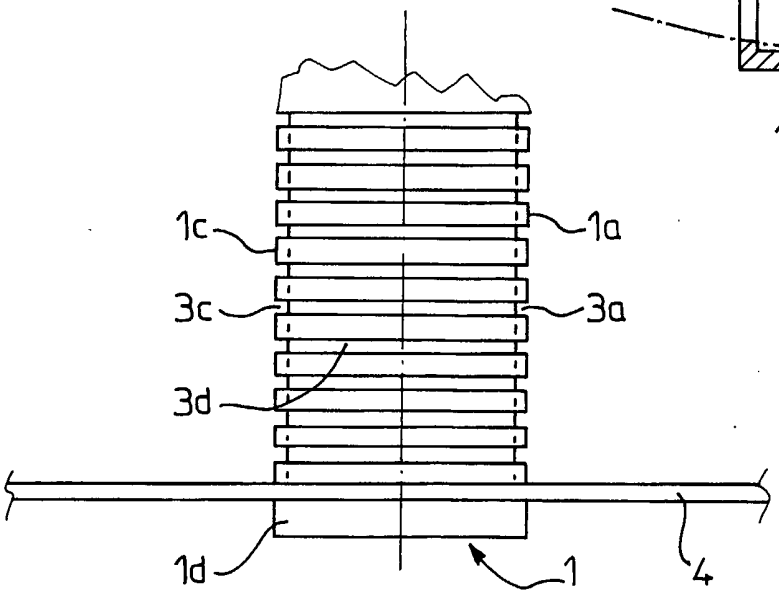



FIG.3

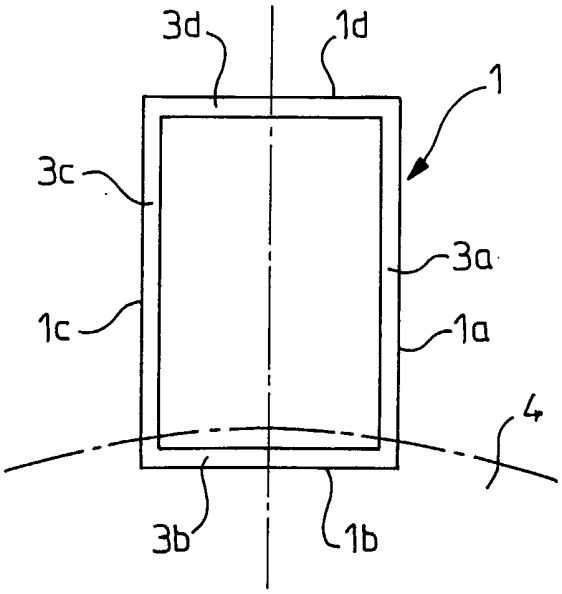



FIG.4

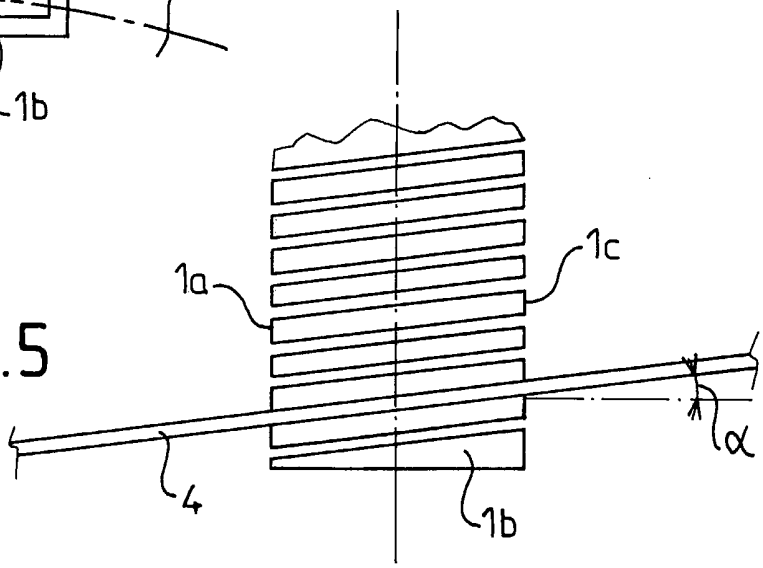



FIG.5

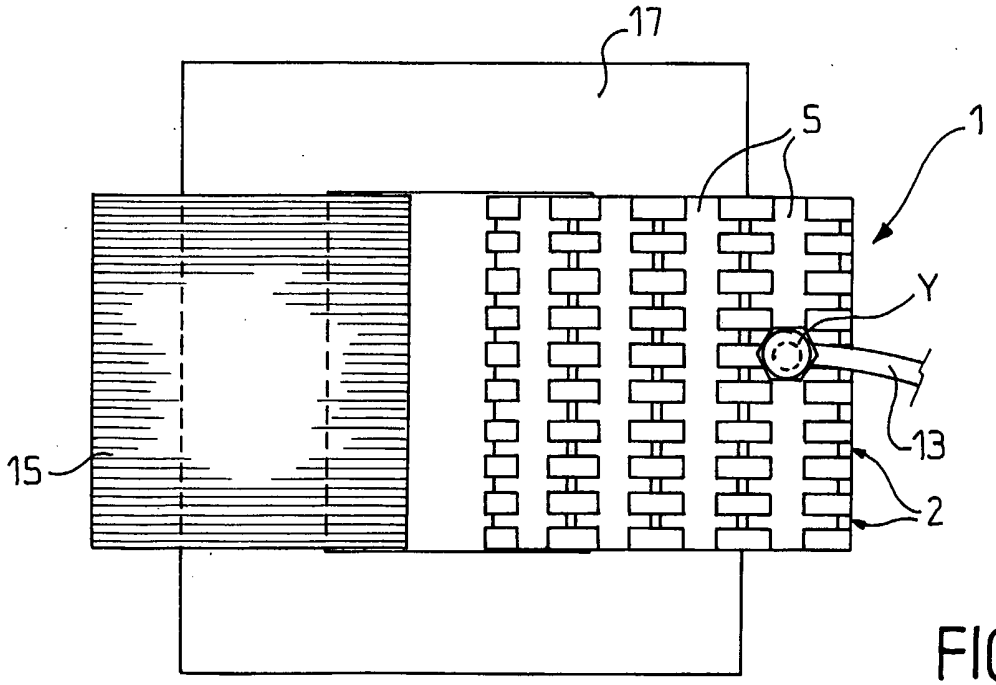



FIG.6

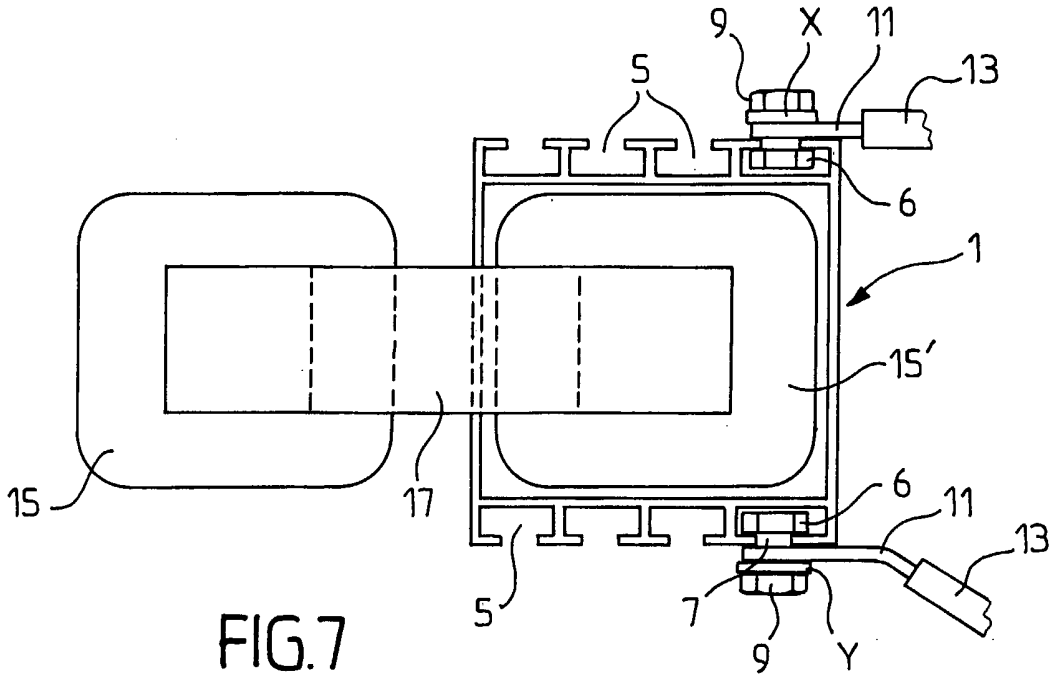



FIG.7

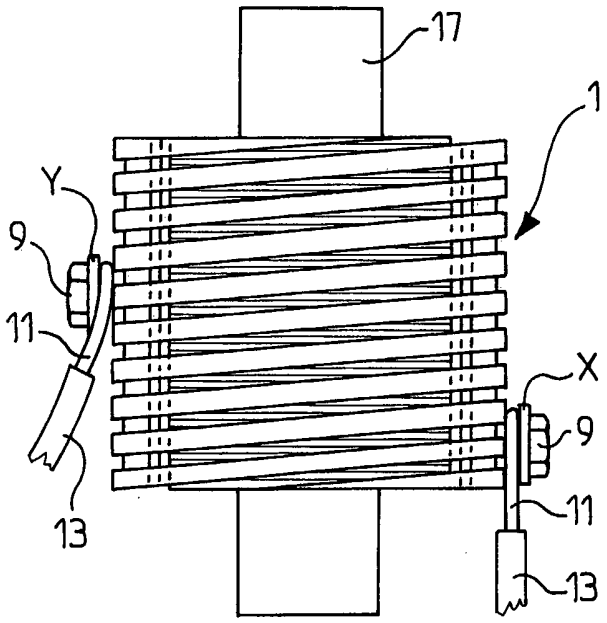



FIG.8

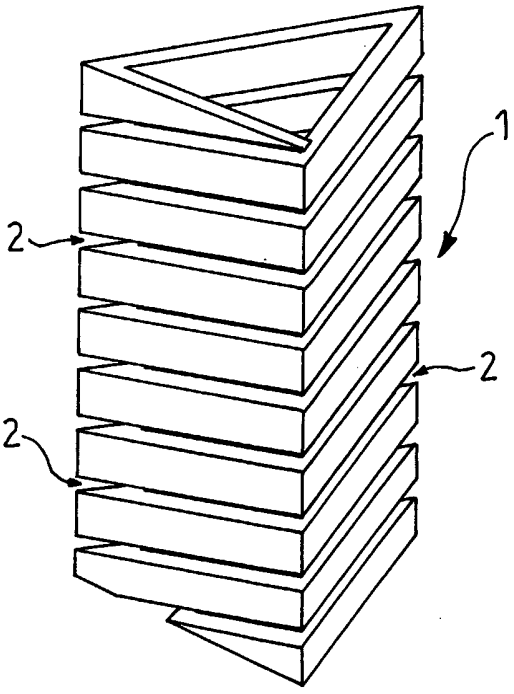



FIG.9