



⑫ **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

⑳ Numéro de dépôt : **92401540.7**

⑤① Int. Cl.⁵ : **H01F 27/28, H01F 41/06**

㉒ Date de dépôt : **04.06.92**

③⑩ Priorité : **14.06.91 FR 9107327**

⑦② Inventeur : **Errard, Alain**
30 Lotissement des Aleurs
F-76770 Malaunay (FR)
 Inventeur : **Bourgeon, Roger**
45, rue J.B. Gilbert
F-76300 Sotteville (FR)

④③ Date de publication de la demande :
16.12.92 Bulletin 92/51

⑧④ Etats contractants désignés :
AT BE CH DE DK ES FR GB GR IT LI LU MC NL
PT SE

⑦④ Mandataire : **Gosse, Michel et al**
SOSPI 14-16, rue de la Baume
F-75008 Paris (FR)

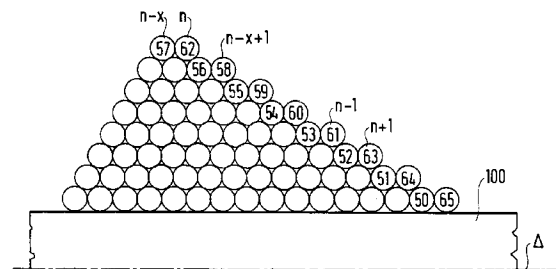
⑦① Demandeur : **GEC ALSTHOM SA**
38, avenue Kléber
F-75116 Paris (FR)

⑤④ Procédé pour l'enroulement d'un bobinage électrique.

⑤⑦ Procédé pour l'enroulement d'un bobinage électrique du type à enroulement en couches obliques à spires planes perpendiculaires à l'axe Δ d'enroulement, le passage d'une spire à la suivante étant réalisé par un décalage, la demi-section du bobinage par un plan contenant son axe Δ ayant la forme d'un trapèze quelconque (101, 102), le bobinage constituant un ensemble mécanique stable autoportant, les spires (4, 9, 16, 25, 26, 27) situées sur les côtés obliques du trapèze s'appuyant chacune, excepté les deux spires (1, 28) situées à l'une et à l'autre extrémité de la grande base du trapèze, sur deux spires (1, 2; 4, 5; 9, 10; 18, 23; 19, 22; 20, 21) situées sur une couche parallèle à l'axe Δ d'enroulement.

Selon le procédé on effectue une prise de réglage sur une spire numéro n qui, dans le cours normal de l'enroulement, ne se trouve pas sur la couche externe parallèle à l'axe de l'enroulement mais enfouie dans le bobinage.

FIG. 3



La présente invention concerne un procédé d'enroulement d'un bobinage électrique.

Plus particulièrement, l'invention s'applique aux bobinages des transformateurs, spécialement aux bobinages haute tension.

Il est connu d'effectuer un bobinage en couches obliques et à spires planes perpendiculairement à l'axe d'enroulement. Ce type d'enroulement permet, par rapport à un bobinage classique en couches horizontales à spires jointives en hélice, de diminuer la tension maximale entre spires des couches successives et donc de diminuer les épaisseurs des isolants entre couches et même parfois de les supprimer.

La figure 4 du brevet français 717 497 montre ainsi, avec le texte s'y rapportant page 5, ligne 82 à page 6, ligne 84, un bobinage de 70 spires en vingt couches obliques. La première couche ne comprenant qu'une seule spire, la seconde couche comportant deux spires, la 3ème couche comportant également 2 spires, la 4ème couche 3 spires, la 5ème couche 4 spires, la 6ème couche 4 spires, les couches 7ème à 14ème chacune 5 spires, la 15ème couche 4 spires, la 16ème et la 17ème couches 3 spires chacune, la 18ème couche 2 spires, la 19ème et la 20ème couches 1 spire chacune. Les couches font 30 degrés avec l'horizontale.

Ces 70 spires bobinées en vingt couches obliques forment, comme on peut le voir sur la figure 4, cinq couches horizontales.

En repérant les spires, dans l'ordre consécutif du bobinage, on constate que la couche horizontale interne comporte les spires 1, 2, 5, 6, 12, 13, 21, 22, 31, 32, 41, 42, 51 et 52 et la couche horizontale externe les spires : 17, 26, 27, 36, 37, 46, 47, 56, 57, 63, 64, 68, 69 et 70.

Un premier défaut de ce bobinage consiste en ce qu'il nécessite des flasques latéraux de maintien du bobinage.

Un deuxième défaut provient du fait, comme on le constate ci-dessus, que les différentes spires de la couche horizontale externe ne se suivent pas. Il en résulte que, lorsque l'on souhaite avoir des prises de réglage de la tension il n'est pas possible, en général, d'obtenir une valeur de réglage précise atteignant la précision de la valeur de la tension d'une spire. En effet, le réglage se fait habituellement de la façon suivante. Si la tension nominale totale est de N volts et que l'on souhaite pouvoir faire un réglage à une tension inférieure de 2,5 %, on pique sur les spires externes deux points, le nombre de spires entre ces deux points devant correspondre à ce qui est nécessaire pour obtenir les 2,5 % de tension en moins. Le réglage se fait en formant un pontage entre ces deux points reliés chacun à un connecteur. Il est donc clair que dans un bobinage en couche oblique tel que décrit dans le document cité ci-dessus, la tension de réglage ne peut pas être obtenue à la valeur de la tension d'une spire près puisque les spires de la couche

horizontale externe ne se suivent pas.

Le premier défaut de ce bobinage est résolu par le document CH-A-254 093 qui décrit un enroulement en couches obliques et dont la demi-section par un plan contenant son axe a la forme d'un trapèze. Le bobinage forme ainsi un ensemble stable ne nécessitant pas de flasques. Pour confectionner le bobinage on commence par exécuter une section triangulaire.

Cependant le second défaut susdit relatif aux prises de réglage n'est pas résolu.

La présente invention a pour but de pallier cet inconvénient et a pour objet un procédé pour l'enroulement d'un bobinage électrique du type à enroulement en couches obliques à spires planes perpendiculaires à l'axe Δ d'enroulement, le passage d'une spire à la suivante étant réalisé par un décalage, la demi-section du bobinage par un plan contenant son axe Δ ayant la forme d'un trapèze quelconque, le bobinage constituant un ensemble mécanique stable autoportant, les spires situées sur les côtés obliques du trapèze s'appuyant chacune, excepté les deux spires situées à l'une et à l'autre extrémité de la grande base du trapèze, sur deux spires situées sur une couche parallèle à l'axe Δ d'enroulement, le démarrage de l'enroulement consistant à former au départ, dans ladite section, un triangle ayant une base située contre un mandrin d'enroulement, un second côté constituant un front de montée et un troisième côté parallèlement auquel viennent, par la suite, en montant et en descendant alternativement, se placer les couches obliques ultérieures faisant progresser petit à petit le bobinage le long de l'axe du mandrin, le point de rencontre du front de montée avec le troisième côté constituant le sommet dudit trapèze, chaque spire du front de montée, excepté la première, reposant sur deux spires successives situées sur une même couche parallèle à l'axe de l'enroulement et enroulées précédemment, mais non immédiatement, avant la spire du front de montée, la première des deux dites spires étant la précédente spire du front de montée, caractérisé par le fait que lorsque l'on souhaite placer un connecteur pour effectuer une prise de réglage sur une spire numéro n qui, dans le cours normal de l'enroulement ne se trouve pas sur la couche externe parallèle à l'axe de l'enroulement mais enfouie dans le bobinage, on procède de la façon suivante :

- 1/ si ladite spire numéro n est une spire normalement placée au cours de la descente parallèlement audit troisième côté :

- après avoir placé la dernière spire en phase de montée et dont le rang est n - x, on place la spire de rang n - x + 1 à la place où l'on aurait normalement placé la spire de rang n - x + 2, c'est-à-dire qu'on laisse libre l'emplacement d'une spire, puis on continue à descendre normalement, chaque spire se trouvant donc à l'emplacement réservé normalement à la suivante jusqu'à ce que l'on arrive à la spire de rang n - 1 qui se trouve alors

à l'emplacement où aurait dû se trouver la spire de rang n ,

- la spire de rang n est ensuite placée à la place laissée libre, c'est-à-dire à la place où aurait dû être placée la spire de rang $n - x + 1$,

- la spire de rang $n + 1$ vient ensuite se placer dans la descente, dans l'emplacement qui suit la spire de rang $n - 1$, c'est-à-dire que cette spire reprend son emplacement normal et l'on continue la descente normalement,

- 2/ si ladite spire de rang n est une spire normalement placée au cours de la montée parallèlement audit troisième côté : on commence à placer normalement les spires en montant, jusques et y compris la spire de rang $n - 1$, puis on place la spire de rang n au sommet de la montée, c'est-à-dire du trapèze, puis on redescend petit à petit jusqu'à combler l'emplacement où aurait dû normalement être placée la spire de rang n , enfin on place la spire de la nouvelle montée sur le diamètre intérieur, contre le mandrin et l'on continue normalement le bobinage.

On va maintenant donner la description d'un exemple de mise en oeuvre de l'invention en se reportant au dessin annexé dans lequel :

La figure 1 est un schéma illustrant dans une demi-section par un plan contenant l'axe du bobinage, le procédé d'enroulement d'un bobinage selon l'invention avec la numérotation des spires dans leur ordre d'enroulement.

La figure 2 illustre l'allure générale, dans une demi-section par un plan contenant l'axe du bobinage, d'un bobinage composé de deux bobines disposées en série sur le même mandrin.

Les figures 3 et 4 illustrent, dans deux cas distincts, le procédé selon l'invention utilisé pour permettre de placer sur la couche externe des spires qui seraient normalement situées sur des couches internes, dans le but de réaliser des prises de réglage.

La figure 5 illustre schématiquement une installation pour effectuer le bobinage de l'invention.

En se référant à la figure 1, on voit un mandrin 100 sur lequel est enroulé un bobinage dont vingt-neuf spires ont été référencées. Toutes les spires sont numérotées dans l'ordre où elles ont été effectuées. On voit que le procédé d'enroulement commence de façon à monter petit à petit le bobinage jusqu'à atteindre son sommet, ici la spire 16 et qu'à ce moment là, la section du bobinage, dans le demi-plan représenté sur la figure, a la forme d'un triangle, qui a un premier côté constituant une couche horizontale composée des spires 1, 2, 3, 6, 7, 12 et 13, un second côté formant au front de montée oblique composé des spires 1, 4, 9 et 16, et un troisième côté composé des spires 13, 14, 15 et 16. Ensuite, on continue le bobinage par succession de couches obliques descendante puis montante parallèlement au troisième côté formé des spires 13, 14, 15 et 16. On a ainsi une couche oblique

descendante formée des spires 17, 18, 19 et 20, puis une couche montante 21, 22, 23 et 24, etc..., le bobinage croissant ainsi, à hauteur H constante, le long de l'axe Δ du mandrin 100. La section de l'ensemble, dans le demi-plan, représenté sur les figures, forme ainsi un trapèze quelconque. Sur la figure 2, on a figuré un bobinage formé de deux bobines 101, 102, enroulées successivement en série sur le même mandrin 100.

Les spires sont toutes planes perpendiculaires à l'axe Δ et non pas enroulées en hélice. Le passage d'une spire à la suivante, quel que soit son emplacement, se faisant par un décalage comme cela est connu et par exemple représenté sur la figure 2 du brevet français 717 497.

Le bobinage ainsi formé est parfaitement stable, autoportant et il n'est nul besoin de flasques latéraux pour maintenir l'ensemble. En effet, les spires du front de montée : 1, 4, 9, 16 sont bien "assises". La spire 1 étant directement sur le mandrin, la spire 4 portant sur les spires 1 et 2, la spire 9 sur les spires 4 et 5 et la spire 16 sur les spires 9 et 10. En outre, le démarrage débutant par trois spires 1, 2 et 3 successives enroulées directement sur le mandrin, lorsque l'on vient placer la spire 4 sur les spires 1 et 2, cette dernière spire 2 est déjà maintenue par la spire 3. Le long de l'autre côté oblique du trapèze, chaque spire repose également sur deux spires situées sur une couche parallèle à l'axe Δ , ainsi d'ailleurs que toutes les spires du bobinage, sauf bien entendu celles situées sur la grande base du trapèze qui portent directement sur le mandrin 100.

Comme il n'y a aucun flasque latéral, il est facile d'exécuter en automatique plusieurs bobines en série sur le même mandrin comme le montre la figure 2.

La figure 3 illustre le procédé permettant, au cours du bobinage de placer, lors de l'enroulement des spires d'une couche oblique descendante, sur la couche horizontale externe, c'est-à-dire sur la petite base du trapèze, une spire qui, normalement, devrait être située plus bas sur la pente et donc recouverte par les couches obliques ultérieures, ceci afin de pouvoir utiliser cette spire comme prise de réglage.

Pour illustrer le procédé, on a numéroté les spires, dans l'ordre de leur exécution, à partir de la spire, numérotée tout à fait arbitrairement par commodité, 50. La spire n à placer sur la couche externe est la spire 62.

Lorsque l'on a placé la spire 57 appelée $n - x$, on place ensuite la spire $n - x + 1 = 58$ non pas à la place où elle devrait normalement être placée mais on saute cet emplacement pour la placer un cran plus loin, puis on continue à descendre en plaçant les spires 59, 60 et 61 un cran en avance par rapport à leur place normale puis on place la spire $n = 62$ sur la couche externe à l'emplacement laissé libre, à côté de la spire 57, puis on place ensuite la spire 63 qui retrouve sa place normale et la suite se poursuit normalement.

La figure 3 illustre le cas où la spire à placer sur la couche externe est une spire qui normalement se trouve le long d'une couche oblique montante. Il s'agit de la spire $n = 72$. Ici, on a arbitrairement commencé à numéroter à partir d'une spire nommée 70. Une fois placée la spire $n - 1 = 71$, on place la spire $n = 72$ directement tout en haut sur la petite base du trapèze, c'est-à-dire sur la couche horizontale externe. Ensuite, l'on redescend comme pour une couche descendante en plaçant successivement les spires 73, 74, 75, 76 et 77 puis là, la couche oblique étant pleine on se place tout en bas, contre le mandrin 100 en plaçant la spire 78 pour recommencer une couche montante.

Ainsi, on a montré comment on peut placer n'importe quelle spire d'une couche oblique complète (dès que l'on a terminé le triangle de départ) sur la couche horizontale externe. On peut donc effectuer un réglage de la tension avec une précision correspondant à la valeur de la tension d'une spire, ceci en effectuant un pontage entre deux prises placées sur deux spires de la couche horizontale externe.

La figure 5 représente très schématiquement une installation permettant d'effectuer automatiquement un bobinage tel que décrit ci-dessus. L'ensemble comprend une structure mécano-soudée 80 supportant l'ensemble, un mandrin cylindrique 81 à axe vertical entraîné en rotation, un système 82 de déroulage du fil pilote 83 qui guide le fil axialement parallèlement à l'axe Δ du mandrin et déplace également radialement la poulie guide fil 84, un fut 85 de fil et un système de contrôle - commande 86 qui gère :

- la vitesse de rotation du mandrin
- les déplacements axiaux A et radiaux R du système 82 de déroulage,
- les caractéristiques de la bobine : nombre de couches, position des prises de réglage, diamètre du fil, etc.....

Revendications

Procédé pour l'enroulement d'un bobinage électrique du type à enroulement en couches obliques à spires planes perpendiculaires à l'axe Δ d'enroulement, le passage d'une spire à la suivante étant réalisé par un décalage, la demi-section du bobinage par un plan contenant son axe Δ ayant la forme d'un trapèze quelconque (101, 102), le bobinage constituant un ensemble mécanique stable autoportant, les spires (4, 9, 16, 25, 26, 27) situées sur les côtés obliques du trapèze s'appuyant chacune, excepté les deux spires (1, 28) situées à l'une et à l'autre extrémité de la grande base du trapèze, sur deux spires (1, 2 ; 4, 5 ; 9, 10 ; 18, 23 ; 19, 22 ; 20, 21) situées sur une couche parallèle à l'axe Δ d'enroulement, le démarrage de l'enroulement consistant à former au départ, dans ladite section, un triangle ayant une base (1, 2, 3, 6, 7, 12, 13) située contre un mandrin d'enroulement (100),

un second côté (1, 4, 9, 16) constituant un front de montée et un troisième côté (13, 14, 15, 16) parallèlement auquel viennent, par la suite, en montant et en descendant alternativement, se placer les couches obliques ultérieures faisant progresser petit à petit le bobinage le long de l'axe du mandrin, le point de rencontre (16) du front de montée avec le troisième côté constituant le sommet dudit trapèze, chaque spire (4, 9, 16) du front de montée, excepté la première (1), reposant sur deux spires successives (1, 2 ; 4, 5 ; 9, 10) situées sur une même couche parallèle à l'axe de l'enroulement et enroulées précédemment, mais non immédiatement, avant la spire du front de montée, la première des deux dites spires étant la précédente spire du front de montée, caractérisé par le fait que lorsque l'on souhaite placer un connecteur pour effectuer une prise de réglage sur une spire numéro n qui, dans le cours normal de l'enroulement ne se trouve pas sur la couche externe parallèle à l'axe de l'enroulement mais enfouie dans le bobinage, on procède de la façon suivante :

- 1/ si ladite spire numéro n (62) est une spire normalement placée au cours de la descente parallèlement audit troisième côté :

- après avoir placé la dernière spire (57) en phase de montée et dont le rang est $n - x$, on place la spire de rang $n - x + 1$ (58) à la place où l'on aurait normalement placé la spire de rang $n - x + 2$, c'est-à-dire qu'on laisse libre l'emplacement d'une spire, puis on continue à descendre normalement, chaque spire se trouvant donc à l'emplacement réservé normalement à la suivante jusqu'à ce que l'on arrive à la spire de rang $n - 1$ (61) qui se trouve alors à l'emplacement où aurait dû se trouver la spire de rang n (62),
- la spire de rang n (62) est ensuite placée à la place laissée libre, c'est-à-dire à la place où aurait dû être placée la spire de rang $n - x + 1$ (58),
- la spire de rang $n + 1$ (63) vient ensuite se placer dans la descente, dans l'emplacement qui suit la spire de rang $n - 1$ (61), c'est-à-dire que cette spire reprend son emplacement normal et l'on continue la descente normalement,

- 2/ si ladite spire de rang n (72) est une spire normalement placée au cours de la montée parallèlement audit troisième côté : on commence à placer normalement les spires en montant, jusques et y compris la spire de rang $n - 1$ (71), puis on place la spire de rang n (72) au sommet de la montée, c'est-à-dire du trapèze, puis on redescend petit à petit jusqu'à combler l'emplacement où aurait dû normalement être placée la spire de rang n , enfin on place la spire (78) de la nouvelle montée sur le diamètre intérieur, contre le mandrin et l'on continue normalement le bobinage.

FIG. 1

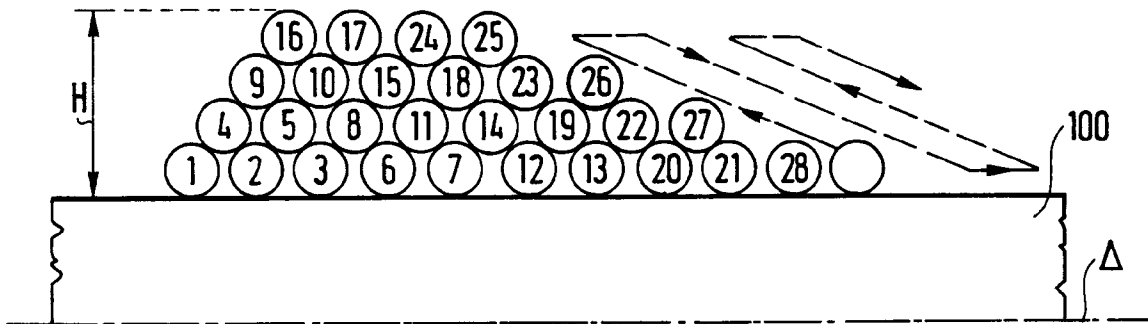


FIG. 2

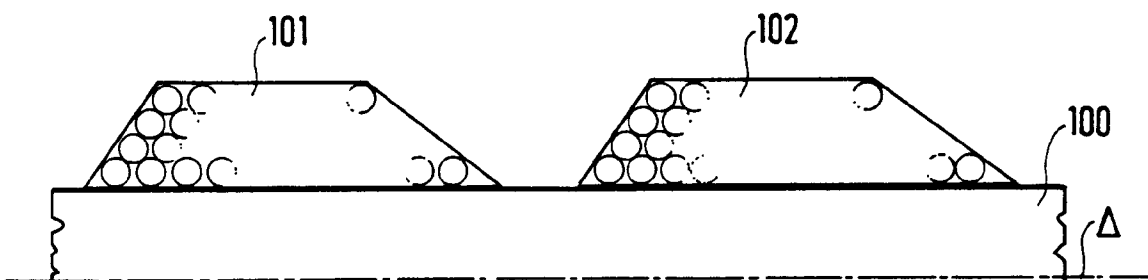


FIG. 3

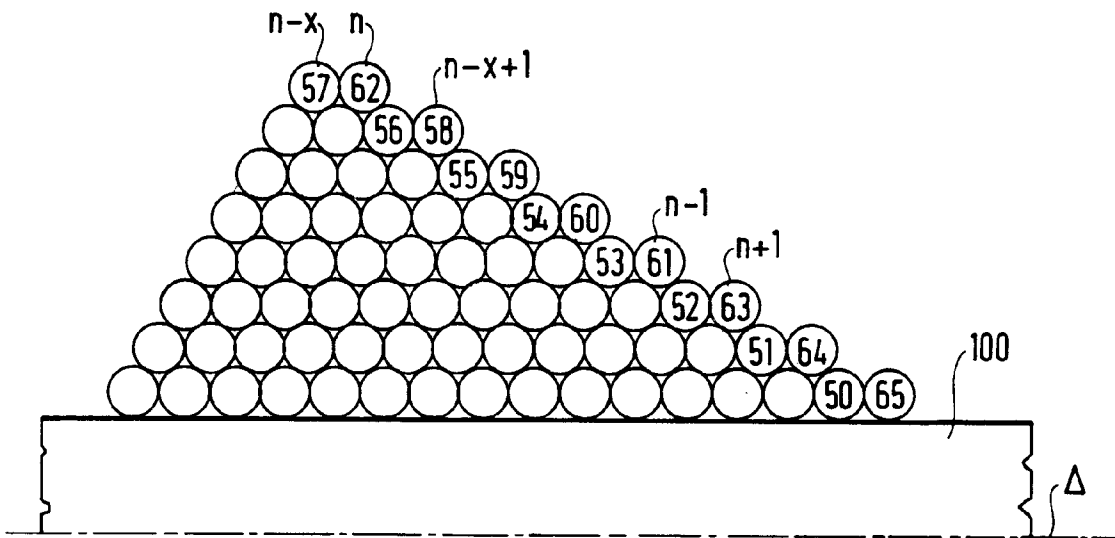


FIG. 4

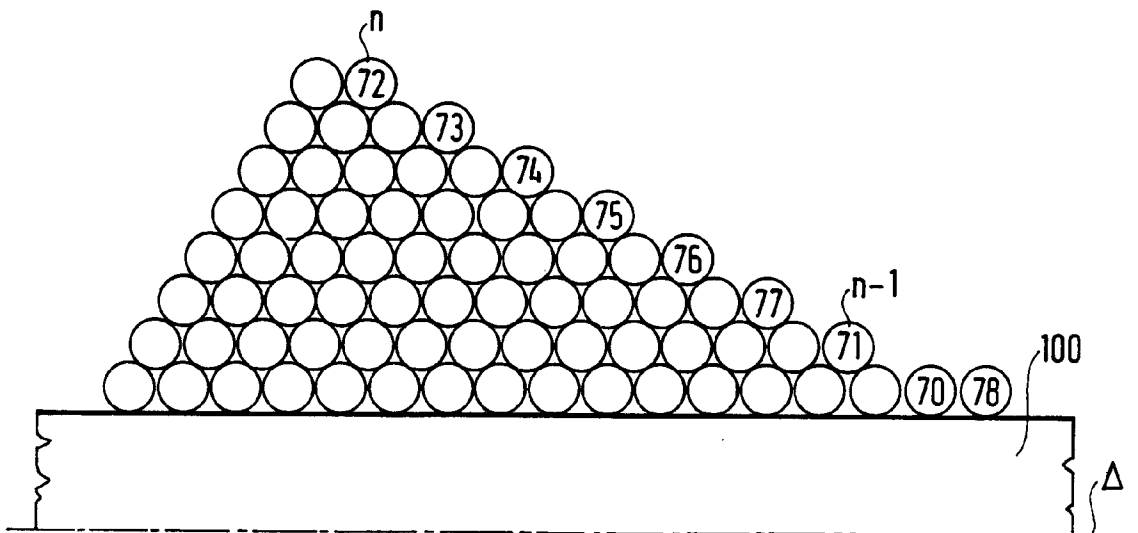
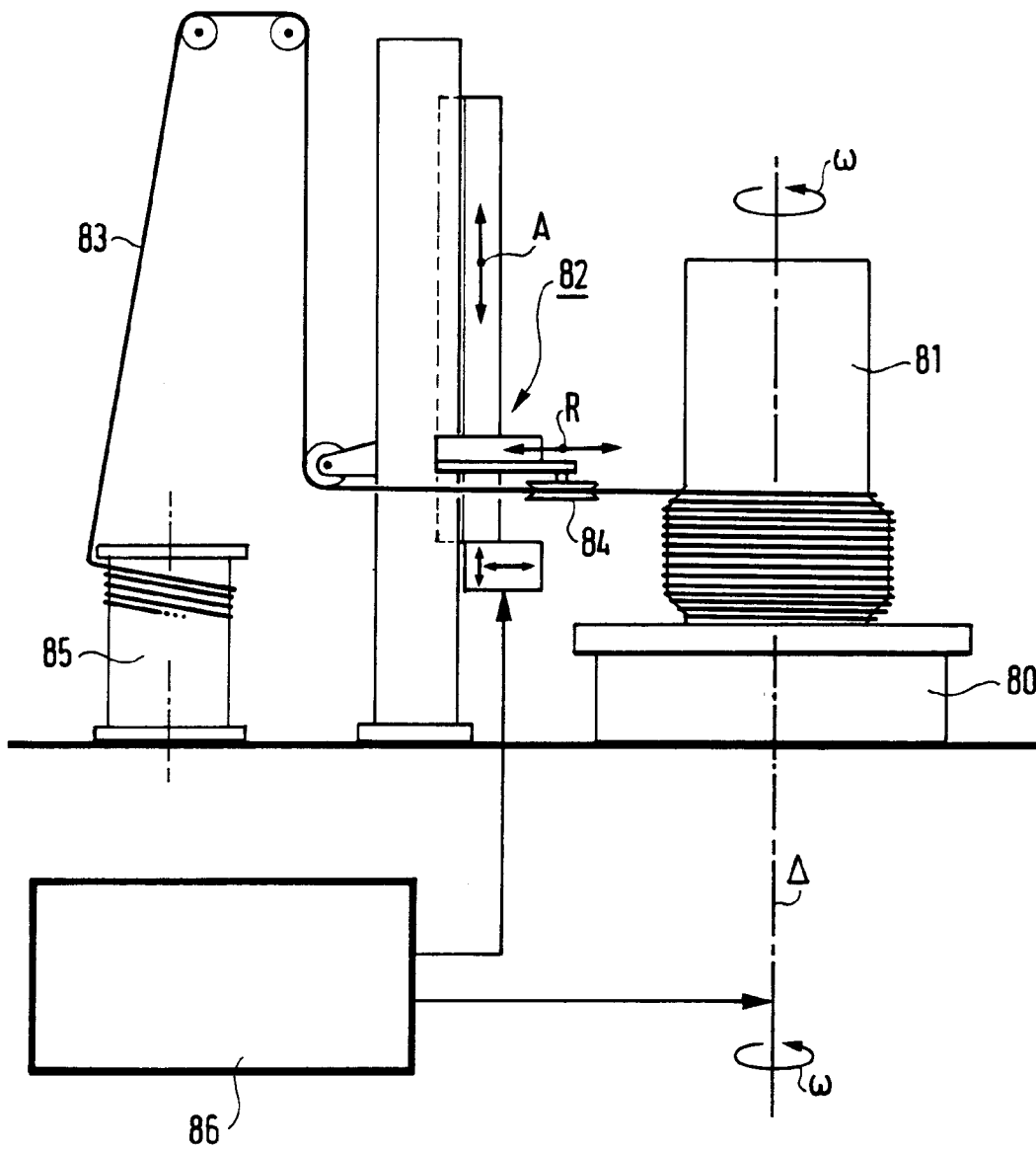


FIG. 5





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 92 40 1540

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.5)
A	CH-A-254 093 (JAKOB BOHLI) * figure *	1	H01F27/28 H01F41/06
A	US-A-3 886 434 (WARWICK ELECTRONICS)		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			H01F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 28 SEPTEMBRE 1992	Examinateur VANHULLE 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 : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P0402)