



(12) DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:  
09.08.2006 Bulletin 2006/32

(51) Int Cl.:  
H01B 13/04 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: 05300095.6

(22) Date de dépôt: 04.02.2005

(84) Etats contractants désignés:  
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HU IE IS IT LI LT LU MC NL PL PT RO SE SI SK TR  
Etats d'extension désignés:  
AL BA HR LV MK YU

(72) Inventeur: **Nevett, Jonathan**  
1501, Buizingen (BE)

(74) Mandataire: **Feray, Valérie et al**  
**Feray Lenne Conseil**  
39/41, avenue Aristide Briand  
92163 Antony (FR)

(71) Demandeur: **Nexans**  
75008 Paris (FR)

(54) Câble électrique hélicoïdal

(57) La présente invention concerne Câble électrique hélicoïdal comprenant au moins deux groupes (P1, P2) enroulés entre eux de façon à former une hélice de groupes (1), chaque groupe comprenant au moins deux

fils conducteurs torsadés (FC11, FC12, FC21, FC22). Le câble selon l'invention est caractérisé en ce que le pas (L1, L2, L3) de l'hélice de groupes varie le long du câble électrique hélicoïdal entre deux valeurs limites de même signe.

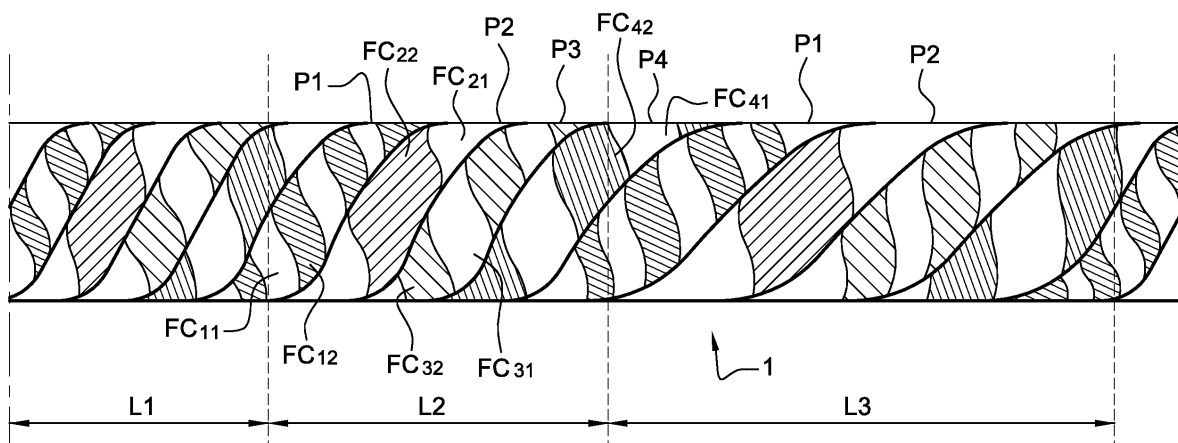


Fig. 1

## Description

**[0001]** La présente invention se rapporte au domaine des câbles électriques hélicoïdaux.

**[0002]** Un câble électrique comprend un ou plusieurs groupes de fils conducteurs torsadés. Un groupe est classiquement constitué de deux fils conducteurs torsadés - dans ce cas, on parlera de paire - mais peut également comprendre plus de deux fils conducteurs torsadés entre eux.

**[0003]** Un câble électrique hélicoïdal comprend plusieurs groupes enroulés entre eux de façon à former une hélice.

**[0004]** La diaphonie désigne l'interférence électromagnétique entre groupes appartenant à un même câble électrique. Le phénomène de diaphonie pose fréquemment un problème quant à la transmission de données.

**[0005]** Pour réduire la diaphonie, il est connu de torsader les fils conducteurs entre eux en hélice, et avec un pas différent d'un groupe à l'autre, afin d'empêcher les fils conducteurs d'un groupe donné de s'imbriquer dans les fils conducteurs des autres groupes.

**[0006]** Le brevet Américain US 6,318,062 décrit un procédé pour faire varier le pas de torsade au sein d'une paire. Ce procédé permet également d'éviter que des fils conducteurs soient grossièrement parallèles entre eux le long du câble en empêchant l'imbrication de fils conducteurs d'un groupe donné dans des fils conducteurs des autres groupes..

**[0007]** Les fréquences transportées par les câbles électriques hélicoïdaux augmentant, il est aujourd'hui nécessaire de réduire davantage le phénomène de diaphonie.

**[0008]** La présente invention a pour objet un câble électrique hélicoïdal comprenant au moins deux groupes enroulés entre eux de façon à former une hélice de groupes, chaque groupe comprenant au moins deux fils conducteurs torsadés. Selon l'invention, le pas de l'hélice de groupes varie le long du câble électrique hélicoïdal entre deux valeurs limites de même signe.

**[0009]** En ce qui concerne la diaphonie, le mécanisme principal de couplage entre les deux paires est l'inductance mutuelle, qui est une fonction périodique des pas de pairage et du pas de câblage qui varie le long du câble. En conséquence, des interférences accrues peuvent se produire entre le signal véhiculé par la paire qui transmet et le signal de diaphonie qui se propage dans la direction opposée dans la paire qui reçoit ; ce phénomène se produit aux fréquences qui sont en relation arithmétique avec la période de la fonction périodique mentionnée ci-dessus et la vitesse de propagation. Certains pics dans les courbes de la diaphonie mesurée en fonction de fréquence ont leur origine dans ce mécanisme, et plus la structure du câble est régulière et répétitive sur une longueur donnée de câble, plus leur amplitude et leur largeur augmentent. Il s'ensuit que les amplitudes de ces pics peuvent être réduites en brouillant la géométrie du câble et selon la présente invention cet objectif est accompli

au moyen des variations dans le pas de câblage d'après une fonction déterminée ou aléatoire.

**[0010]** Les variations du pas de l'hélice de groupes permettent d'assurer un moindre parallélisme entre les fils conducteurs, et par-là même de réduire la diaphonie.

**[0011]** Le câble électrique hélicoïdal selon l'invention peut comprendre au moins une hélice de groupes supplémentaire. Alternativement, le câble électrique hélicoïdal selon l'invention peut comprendre une seule hélice de groupe.

**[0012]** Chaque hélice de groupes peut comprendre plus de deux groupes.

**[0013]** Par exemple, le câble électrique hélicoïdal peut comprendre une hélice de groupe comprenant une dizaine de groupes enroulés. Alternativement, l'hélice de groupe peut comprendre strictement deux groupes.

**[0014]** Le câble électrique hélicoïdal selon l'invention peut comprendre plusieurs hélices de groupe, chaque hélice de groupe comprenant un nombre de groupes différent, ou bien un même nombre de groupes.

**[0015]** Les groupes de fils conducteurs torsadés peuvent comprendre plus de deux fils conducteurs.

**[0016]** Alternativement, chaque groupe de fils conducteurs comprend strictement deux fils conducteurs : on parlera alors de paire torsadée.

**[0017]** Les fils conducteurs peuvent être torsadés entre eux de façon hélicoïdale, ou bien encore de façon alternée, dite « SZ ».

**[0018]** Les groupes peuvent comprendre un même nombre de fils conducteurs, ou bien un nombre différent d'un groupe à l'autre.

**[0019]** Le pas de l'hélice de groupes varie avantageusement selon une fonction périodique, par exemple une fonction sinusoïdale.

**[0020]** Cette caractéristique n'est bien entendu pas limitative. Le pas de l'hélice peut par exemple varier de façon aléatoire.

**[0021]** La présente invention a également pour objet un procédé de fabrication d'un câble électrique hélicoïdal selon la présente invention. Le procédé comprend une étape d'enroulement des deux groupes de façon à former une hélice de groupes. Selon l'invention, l'enroulement est réalisé avec une vitesse variant entre deux vitesses limites de même signe de telle sorte que le pas de l'hélice de groupes varie le long du câble entre deux valeurs limites de même signe.

**[0022]** La vitesse variant entre les deux vitesses limites peut être une vitesse angulaire d'enroulement des deux groupes autour d'une ligne centrale, la ligne centrale étant en translation avec une vitesse linéaire sensiblement constante.

**[0023]** Préférentiellement, la vitesse variant entre les deux vitesses limites est une vitesse linéaire d'une ligne centrale en translation, les deux groupes étant enroulés autour de la ligne centrale avec une vitesse angulaire sensiblement constante. Un tel procédé permet d'éviter de faire varier la vitesse angulaire d'enroulement, ce qui peut être avantageux en particulier lorsque l'inertie d'un

dispositif d'enroulement est relativement élevée.

**[0024]** Le procédé selon la présente invention peut également être mis en oeuvre sans ligne centrale physique, permettant ainsi de fabriquer un câble électrique hélicoïdal sans ligne centrale, que la vitesse variable soit une vitesse angulaire d'enroulement ou une vitesse linéaire de translation.

**[0025]** Plus généralement, la présente invention n'est pas limitée par la manière dont le procédé de fabrication est mis en oeuvre.

**[0026]** La présente invention a également pour objet un dispositif de fabrication d'un câble électrique hélicoïdal pour mettre en oeuvre le procédé selon l'invention. Le dispositif comprend des moyens d'enroulement des deux groupes de façon à former une hélice de groupes. Selon l'invention, le dispositif comprend par ailleurs des moyens de variation du pas de l'hélice de groupes entre deux valeurs limites de même signe. Les moyens de variation du pas de l'hélice de groupes comprennent :

- deux accumulateurs, respectivement en amont et en aval des moyens d'enroulement, chaque accumulateur comprenant un tambour mobile permettant de retenir une longueur variable d'une ligne centrale, et
- des moyens de contrôle de la position de chaque tambour mobile.

**[0027]** La présente invention n'est pas limitée par la nature des moyens de variation de pas de l'hélice de groupes.

**[0028]** Le dispositif de fabrication selon l'invention comprend avantageusement des moyens de mesure de la raideur de la ligne centrale à l'entrée des moyens d'enroulement, les moyens de mesure étant reliés aux moyens de contrôle. Les moyens de mesure de la raideur permettent un meilleur contrôle de la valeur du pas de l'hélice de groupes, mais ne limitent aucunement la présente invention.

**[0029]** Les moyens d'enroulement comprennent avantageusement :

- deux bobines, chaque bobine permettant de porter une réserve d'un des groupes de fil conducteur torsadé,
- des moyens de rotation permettant un mouvement de rotation des bobines autour d'un axe longitudinal,
- une plaque de répartition comprenant deux ouvertures périphériques et une ouverture centrale, chaque ouverture périphérique étant destinée à recevoir un des groupes de fil conducteur torsadé, et l'ouverture centrale étant destinée à recevoir une ligne centrale, et
- une filière à la sortie de la plaque de répartition.

**[0030]** La présente invention n'est bien entendu pas

limitée par la nature des moyens d'enroulement.

**[0031]** Avantageusement, le dispositif de fabrication comprend par ailleurs des moyens d'application d'un liant à la sortie de la filière, et deux chenilles de tirage. De telles caractéristiques ne sont pas limitatives.

**[0032]** L'invention est décrite ci-après plus en détail à l'aide de figures ne correspondant qu'à un mode de réalisation préféré de l'invention.

**[0033]** La figure 1 représente un exemple de câble électrique hélicoïdal selon un mode de réalisation de la présente invention.

**[0034]** La figure 2 représente un exemple de dispositif de fabrication selon le mode de réalisation préféré de la présente invention.

**[0035]** Le câble électrique hélicoïdal représenté sur la figure 1 comprend quatre groupes P1, P2, P3 et P4 enroulés entre eux de façon à former une hélice de groupes 1. Chaque groupe Pi, i variant entre 1 et 4, comprend deux fils conducteurs torsadés FCi1 et FCi2: on parlera donc de paires.

**[0036]** Pour chaque paire Pi, les fils conducteurs FCi1 et FCi2 sont torsadés de façon hélicoïdale, et avec un pas différent d'une paire à l'autre. Le pas d'une première paire P1 est ainsi inférieur au pas d'une seconde paire P2.

**[0037]** Le câble électrique hélicoïdal peut également comprendre des couches externes non représentées qui protègent l'hélice de groupes 1.

**[0038]** Le pas de l'hélice de groupe 1 varie le long du câble électrique hélicoïdal entre deux valeurs limites. Sur le tronçon de câble électrique sinusoïdal représenté sur la figure 1, le pas de l'hélice de groupes prend une première valeur L1, une seconde valeur L2 puis une troisième valeur L3.

**[0039]** Les fils conducteurs des différentes paires P1, P2, P3 et P4 ne sont ainsi que rarement parallèles entre eux, et sur des longueurs relativement courtes.

**[0040]** La figure 2 illustre un exemple de dispositif de fabrication d'un tel câble. Le dispositif de fabrication 11 comprend des moyens d'enroulement 6 de deux groupes (18a, 18b) autour d'une ligne centrale 9. La ligne centrale 9 subit un mouvement de translation entre des chenilles d'entrée 2 et des chenilles de sortie 3.

**[0041]** Chaque groupe (18a, 18b) comprend plusieurs fils conducteurs torsadés, par exemple des fils de cuivre.

**[0042]** Dans cet exemple, les moyens d'enroulement 6 comprennent des bobines (21 a, 21 b). Chaque bobine (21 a, 21 b) permet de porter une réserve de l'un des groupes (18a, 18b). Des moyens de rotation non représentés permettent un mouvement de rotation des bobines (21 a, 21 b) autour de la ligne centrale 9. Les deux groupes (18a, 18b) sont ainsi enroulés de façon à former une hélice de groupes 20.

**[0043]** Les moyens d'enroulement 6 comprennent également une plaque de répartition 5 comprenant deux ouvertures périphériques (23a, 23b) et une ouverture centrale 24. Chaque ouverture périphérique (23a, 23b) reçoit un des groupes (21 a, 21 b). L'ouverture centrale

24 reçoit la ligne centrale 9. Les moyens d'enroulement 6 peuvent également comprendre une filière 4 à la sortie de la plaque de répartition 5.

**[0044]** A la sortie de la filière 4, des moyens d'application d'un liant 3 permettent d'appliquer un liant pour fixer la position des groupes enroulés.

**[0045]** L'enroulement des groupes (18a, 18b) autour de la ligne centrale 9 est réalisé avec une vitesse angulaire sensiblement constante, par exemple 50 tours par minute. En revanche, la vitesse linéaire de la ligne centrale 9 varie au cours du temps, au moins au niveau des moyens d'enroulement 6, de telle sorte que l'hélice de groupes 20 présente un pas variant le long du câble électrique hélicoïdal ainsi fabriqué.

**[0046]** La vitesse linéaire de la ligne centrale 9 est sensiblement constante au cours du temps en amont du dispositif de fabrication 11, ainsi qu'en aval du dispositif de fabrication 11, par exemple 0.1 mètre par seconde. La vitesse linéaire de la ligne centrale 9 varie au niveau des moyens d'enroulement 6.

**[0047]** Le dispositif de fabrication 11 comprend des moyens de variation de pas de l'hélice de groupes comprenant deux accumulateurs (2,8) respectivement en amont et en aval des moyens d'enroulement 6. Chaque accumulateur (2,8) comprend un tambour mobile (16, 17) permettant de retenir une longueur variable de la ligne centrale 9. La vitesse linéaire de la ligne centrale 9 varie lorsque la position de l'un ou l'autre des tambours mobiles (16, 17) varie.

**[0048]** Le dispositif de fabrication 11 comprend également des moyens de contrôle 10 de la position de chaque tambour mobile (16, 17). Les moyens de contrôle 10 sont reliés aux accumulateurs (2, 8). La position de chaque tambour mobile (16, 17) est fonction de l'amplitude en tension d'un signal de commande correspondant (S1, S2), les signaux de commande (S1, S2) étant générés par les moyens de contrôle 10.

**[0049]** Par exemple, lorsqu'un premier signal de commande S1 a une amplitude sensiblement nulle, un premier tambour mobile correspondant 16 se trouve à mi-hauteur d'un premier accumulateur 8. Lorsque le premier signal de commande S1 a une amplitude positive, le premier tambour mobile 16 se trouve dans une moitié supérieure 25 du premier accumulateur 8. Lorsque le premier signal de commande S1 a une amplitude négative, le premier tambour mobile 16 se trouve dans une moitié basse 26 du premier accumulateur 8.

**[0050]** La position d'un second tambour mobile 17 d'un second accumulateur 2 peut suivre un même comportement selon l'amplitude d'un second signal de commande S2.

**[0051]** Le premier signal de commande S1 et le second signal de commande S2 peuvent être générés de façons à ce qu'à tout instant leurs valeurs soient opposées. Les positions du premier tambour mobile 16 et du second tambour mobile 17 relativement à une ligne médiane à mi-hauteur de chaque accumulateur (2, 8) sont ainsi opposées.

**[0052]** Lorsque les tambours mobiles (16, 17) se déplacent, la vitesse linéaire de la ligne centrale 9 au niveau des moyens d'enroulement 6 varie.

**[0053]** Ainsi la vitesse linéaire de la ligne centrale 9 au niveau des moyens d'enroulement 6 est ainsi sensiblement également égale à la vitesse linéaire de la ligne centrale en amont du dispositif de fabrication 11 augmentée d'un terme de variation. Le terme de variation est sensiblement proportionnel à une dérivée première du premier signal de commande. Le terme de variation peut ainsi être positif, négatif ou nul au cours du temps.

**[0054]** Pour que le pas de l'hélice de groupes 20 soit confiné entre deux valeurs limites de même signe, il faut que les signaux de commande (S1, S2) ne varient pas trop rapidement. La vitesse linéaire de la ligne centrale 9 peut par exemple varier entre 0.075 m/s et 0.12 m/s environ. Avec de telles vitesses linéaires limites, pour une vitesse angulaire de 50 tours par minute environ, le pas de l'hélice de groupes varie entre 0.09 m et 0.14 m environ. De telles valeurs ne sont bien entendu qu'indicatives.

**[0055]** Le pas de l'hélice de groupes 20 peut par exemple varier selon une fonction sinusoïdale : les signaux de commande (S1, S2) varient alors également selon une fonction sinusoïdale.

**[0056]** Le dispositif de fabrication 11 peut également comprendre des moyens de mesure de la raideur 7 de la ligne centrale 9. Les moyens de mesure de la raideur 7 sont reliés aux moyens de contrôle 10, permettant ainsi d'ajuster les signaux de commande pour que la vitesse linéaire de la ligne centrale à l'entrée des moyens d'enroulement 6 soit sensiblement égale à la vitesse linéaire de la ligne centrale à la sortie des moyens d'enroulement 6.

## Revendications

1. Câble électrique hélicoïdal comprenant au moins deux groupes (P1, P2) enroulés entre eux de façon à former une hélice de groupes (1), chaque groupe comprenant au moins deux fils conducteurs torsadés (FC11, FC12, FC21, FC22), **caractérisé en ce que** le pas (L1, L2, L3) de l'hélice de groupes varie le long du câble électrique hélicoïdal entre deux valeurs limites de même signe.
2. Câble électrique hélicoïdal selon la revendication 1, comprenant au moins une hélice de groupes supplémentaire.
3. Câble électrique hélicoïdal selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le pas de l'hélice de groupes varie selon une fonction périodique.
4. Procédé de fabrication d'un câble électrique hélicoï-

dal selon l'une des revendications précédentes, le procédé comprenant :

une étape d'enroulement de deux groupes (18a, 18b) de façon à former une hélice de groupes (20), chaque groupe comprenant deux fils conducteurs torsadés,

**caractérisé en ce que**

l'enroulement est réalisé avec une vitesse variant entre deux vitesses limites de même signe de telle sorte que le pas de l'hélice de groupes varie le long du câble entre deux valeurs limites de même signe.

5. Procédé de fabrication selon la revendication 4, dans lequel

la vitesse variant entre les deux vitesses limites est une vitesse angulaire d'enroulement des deux groupes autour d'une ligne centrale, la ligne centrale étant en translation avec une vitesse linéaire sensiblement constante.

6. Procédé de fabrication selon la revendication 4, dans lequel :

la vitesse variant entre les deux vitesses limites est une vitesse linéaire d'une ligne centrale en translation (9), les deux groupes (18a, 18b) étant enroulés autour de la ligne centrale avec une vitesse angulaire sensiblement constante.

7. Dispositif de fabrication (11) d'un câble électrique hélicoïdal pour mettre en oeuvre le procédé selon la revendication 6, comprenant :

des moyens d'enroulement (6) des deux groupes (18a, 18b) de façon à former une hélice de groupes (20),

**caractérisé en ce que** le dispositif de fabrication comprend par ailleurs des moyens de variation du pas de l'hélice de groupes entre deux valeurs limites de même signe, comprenant deux accumulateurs (2, 8), respectivement en amont et en aval des moyens d'enroulement, chaque accumulateur comprenant un tambour mobile (16, 17) permettant de retenir une longueur variable d'une ligne centrale (9), et des moyens de contrôle (10) de la position de chaque tambour mobile.

8. Dispositif de fabrication (11) selon la revendication 7, comprenant par ailleurs des moyens de mesure de la raideur (7) de la ligne centrale (9) à l'entrée des moyens d'enroulement (6), les moyens de mesure étant reliés aux moyens de contrôle (10).

9. Dispositif de fabrication (11) selon l'une des revendications 7 à 8, dans lequel les moyens d'enroule-

ment (6) comprennent

deux bobines (21 a, 21 b), chaque bobine permettant de porter une réserve d'un des groupes (18a, 18b) de fil conducteur torsadé,

des moyens de rotation permettant un mouvement de rotation des bobines autour d'un axe longitudinal, une plaque de répartition (5) comprenant deux ouvertures périphériques (23a, 23b) et une ouverture centrale (24), chaque ouverture périphérique étant destinée à recevoir un des groupes de fil conducteur torsadé, et l'ouverture centrale étant destinée à recevoir une ligne centrale, et une filière (4) à la sortie de la plaque de répartition.

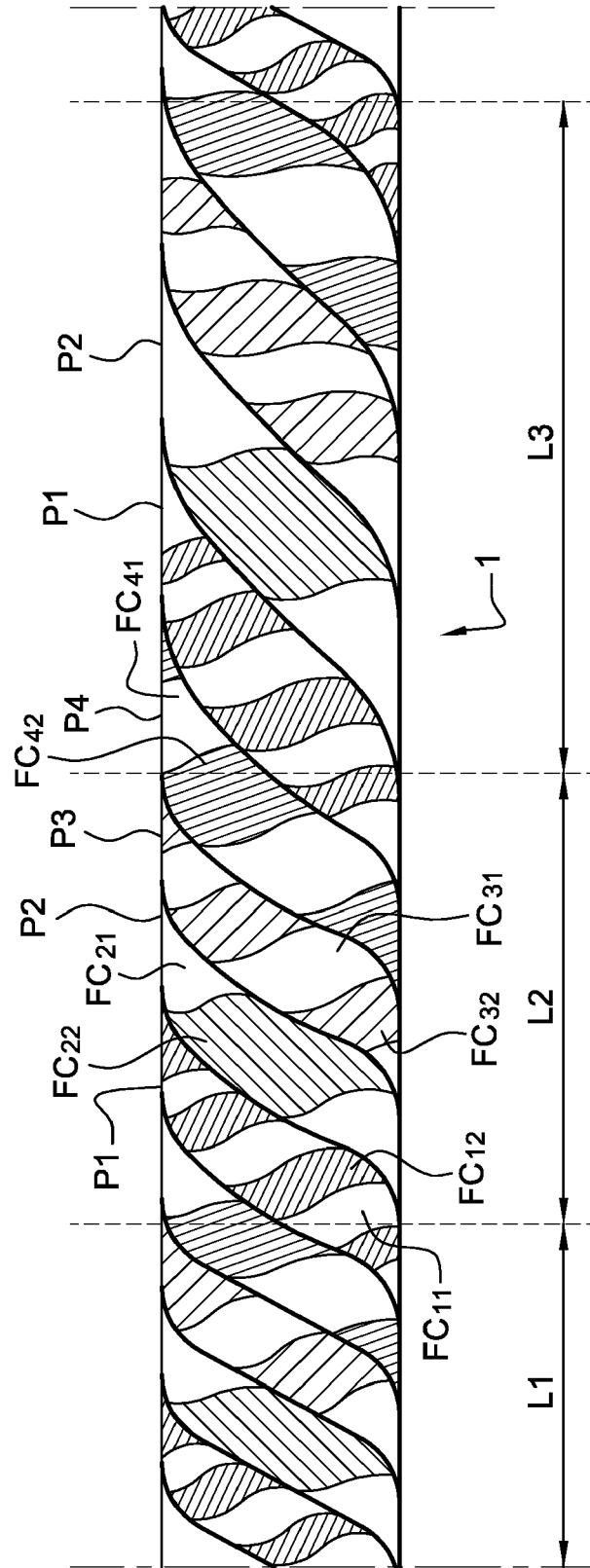


Fig. 1

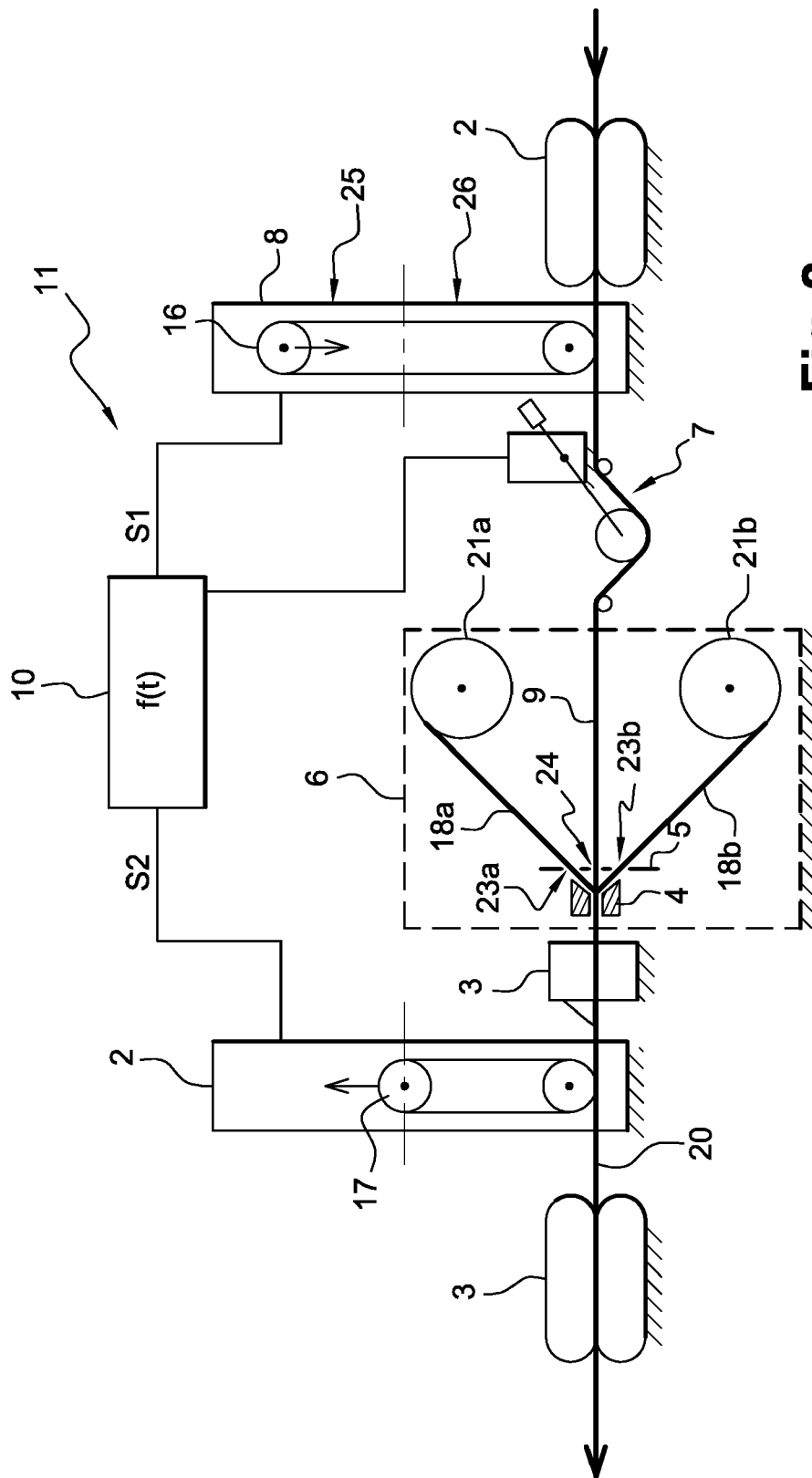


Fig. 2



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.7)
A	EP 1 174 886 A (KERPENWERK GMBH & CO) 23 janvier 2002 (2002-01-23) * alinéa [0006] - alinéa [0008]; figures 1,2 *	1,4,7	H01B13/04
D,A	----- US 6 318 062 B1 (DOHERTY JOHN) 20 novembre 2001 (2001-11-20) * abrégé * -----	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			H01B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 5 juillet 2005	Examineur Salm, R
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		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	
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			

1  
EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)



**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 05 30 0095

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

05-07-2005

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 1174886	A	23-01-2002	DE 10045405 A1	20-12-2001
			EP 1174886 A2	23-01-2002
-----				
US 6318062	B1	20-11-2001	US 2001032448 A1	25-10-2001
-----				

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82