

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Numéro de publication:

0 504 776 A1

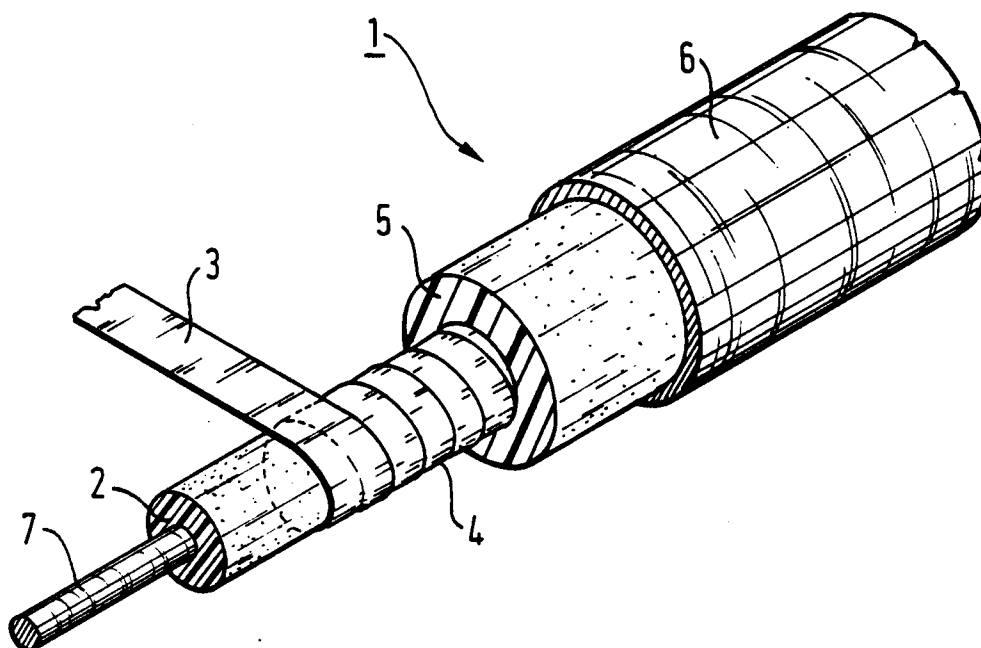
(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN(21) Numéro de dépôt: **92104511.8**(51) Int. Cl.⁵: **H01B 11/18**(22) Date de dépôt: **16.03.92**(30) Priorité: **21.03.91 FR 9103445**(43) Date de publication de la demande:
23.09.92 Bulletin 92/39(84) Etats contractants désignés:
BE CH DE FR GB IT LI SE(71) Demandeur: **FILOTEX**
140/146 rue Eugène Delacroix
F-91210 Draveil(FR)(72) Inventeur: **Vaille, François**
44, Chemin des Bas-Vignons
F-91100 Corbeil Essonnes(FR)
Inventeur: **Dunand, Michel**
16, Ouai des Tilleuls
F-91270 Vigneux Sur Seine(FR)(74) Mandataire: **Weinmiller, Jürgen**
Lennéstrasse 9 Postfach 24
W-8133 Feldafing(DE)(54) **Câble coaxial à faibles pertes.**

(57) Câble coaxial à faibles pertes comprenant :

- un jonc central de soutien (2) en matière plastique, recouvert d'un métal formant le conducteur intérieur (ou âme) (4) du câble coaxial (1),
- un isolant intermédiaire (5) en un matériau diélectrique,
- un conducteur extérieur métallique (6),

caractérisé en ce que le jonc central (2) est en polytétrafluoroéthylène (PTFE) de densité supérieure ou égale à 1,6, l'isolant intermédiaire (5) a une densité inférieure à 1,2 et le rapport entre la densité du diélectrique constituant l'isolant intermédiaire (5) et la densité du PTFE constituant le jonc (2) reste compris entre 0,15 et 0,75.

**EP 0 504 776 A1**

La présente invention concerne un câble coaxial à faibles pertes, fonctionnant en particulier à de très hautes fréquences et à des températures élevées.

Afin de réduire les pertes de transmission des câbles coaxiaux, on utilise comme isolant intermédiaire un diélectrique de faible densité (de valeur minimale environ égale à 15% de celle du diélectrique d'un câble coaxial à diélectrique massif). On peut par exemple remplacer du polytétrafluoroéthylène (PTFE) massif par du PTFE expansé, dont la densité est plus faible que celle du PTFE massif. Le PTFE expansé a une permittivité relative inférieure à celle du PTFE massif. Par conséquent, pour conserver des caractéristiques électriques identiques à celles des câbles classiques, et notamment une impédance caractéristique semblable (on rappelle que l'impédance caractéristique d'un câble dépend de la concentricité des différents éléments du câble, du rapport entre leurs diamètres et de leur permittivité diélectrique relative), il faut diminuer le rapport entre le diamètre intérieur du conducteur extérieur (c'est-à-dire généralement le diamètre extérieur du diélectrique intermédiaire) et le diamètre extérieur du conducteur intérieur, ce qui conduit en pratique à augmenter le diamètre extérieur du conducteur intérieur.

Or, lors de l'utilisation du câble, les contraintes de pliage sont nombreuses ; en effet, les câbles occupant l'espace le plus restreint possible sont de plus en plus recherchés, afin de gagner de la place, notamment dans les applications spatiales, militaires aéronautiques, etc.

Ainsi, l'augmentation du diamètre extérieur d'un conducteur intérieur métallique massif et raide associée à la diminution de résistance à la compression d'un diélectrique à faible densité entraîne, lors du pliage, un décentrement local de l'âme conductrice centrale du fait de sa raideur. Ceci conduit à une variation néfaste de l'impédance caractéristique, et donc des propriétés électriques, du câble considéré.

Une telle structure de câble ne permet pas d'atteindre des rayons de courbure inférieurs à 4 à 5 fois le diamètre extérieur du câble.

On pourrait alors penser à utiliser un câble dans lequel le conducteur central métallique raide est remplacé par un jonc souple en un matériau diélectrique, recouvert par des bandes de métal. Une telle structure est décrite dans le brevet FR-2 487 568.

Toutefois, la solution apportée par cette structure n'est transposable ni au domaine des très hautes fréquences (typiquement supérieures à 12 GHz) où l'on utilise des câbles très fins (diamètre extérieur allant jusqu'à 6,5 mm), ni à celui des hautes températures de service (de l'ordre de 125 °C et plus). En effet, le polyuréthane cellulaire

utilisé pour former le jonc de soutien décrit dans le brevet mentionné ne tolère pas des températures supérieures à 80 °C.

D'autre part, l'utilisation d'une bande de métal disposée en long et éventuellement soudée pour réaliser le conducteur intérieur conduit à une structure raide qui ne supporte pas de faibles rayons de courbure : lors du pliage, il y a dégradation du conducteur intérieur.

Pour des câbles fonctionnant à hautes fréquences (200 MHz par exemple), il suffit d'une épaisseur de métal, pour le conducteur intérieur, de l'ordre du centième de millimètre (l'épaisseur minimale e est fonction de la fréquence f selon la formule suivante :

$$e = \sqrt{\frac{2}{2\pi f \sigma \mu}}$$

où μ est la perméabilité du métal utilisé et σ sa conductivité).

Ceci est impossible à obtenir avec le procédé d'injection de polyuréthane dans un tube métallique constituant l'âme centrale décrit dans le brevet cité. En effet, il n'est pas possible de réaliser un tube métallique d'une épaisseur de quelques centièmes de millimètres capable de supporter l'injection de polyuréthane. En pratique les câbles décrits dans le brevet cité ont des diamètres de plus d'une dizaine de millimètres. Finalement, on ne peut obtenir, grâce aux techniques classiques, un câble supportant de faibles rayons de courbure et entraînant de faibles pertes de transmission, capable de fonctionner à des fréquences très hautes et à des températures élevées.

La but de la présente invention est donc de réaliser un câble à faibles pertes capable de supporter des rayons de courbure faibles et pouvant être utilisé à de très hautes fréquences et sous de fortes températures.

La présente invention propose à cet effet un câble coaxial à faibles pertes comprenant :

- un jonc central de soutien en matière plastique, recouvert d'un métal formant le conducteur intérieur (ou âme) dudit câble coaxial,
- un isolant intermédiaire en un matériau diélectrique,
- un conducteur extérieur métallique,

caractérisé en ce que ledit jonc central est en polytétrafluoroéthylène (PTFE) de densité supérieure ou égale à 1,6, ledit isolant intermédiaire a une densité inférieure à 1,2 et le rapport entre la densité du diélectrique constituant ledit isolant intermédiaire et la densité du PTFE constituant ledit jonc reste compris entre 0,15 et 0,75.

Avantageusement, le jonc est réalisé par extrusion de PTFE massif sur un support de diamètre

compris entre 0,15 et 0,5 fois le diamètre du jonc. Ce support peut être un toron métallique, un fil métallique ou un fil en un matériau isolant.

Selon une réalisation avantageuse, le jonc est en PTFE massif de densité égale à 2,16 et l'isolant intermédiaire est en PTFE expansé de densité égale à 1.

Selon une caractéristique importante, le conducteur intérieur métallique peut être obtenu par rubanage hélicoïdal à pas court sans soudure d'un ruban conducteur autour du jonc. Le taux de recouvrement du rubannage peut alors être compris entre 20 et 60%.

Selon une variante, il est possible d'obtenir le conducteur intérieur par dépôt de métal sur le jonc par vaporisation sous vide, pulvérisation cathodique ou par voie chimique.

De manière avantageuse encore, l'épaisseur du conducteur intérieur ainsi réalisé est comprise entre 0,002 et 0,2 mm, selon la fréquence d'utilisation du câble et la technique de métallisation utilisée.

Enfin, le câble peut comporter en outre une gaine isolante extérieure autour du conducteur extérieur métallique.

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront dans la description suivante d'un câble selon l'invention, donnée à titre illustratif et nullement limitatif.

La figure unique représente en perspective un câble selon l'invention.

Dans cette figure, un câble 1 selon l'invention est constitué d'un jonc 2 en PTFE massif de densité d_j égale à 2,16 et de diamètre 0,93 mm. Le jonc 2 est réalisé par extrusion de PTFE sur un fil en cuivre 7 de diamètre 0,28 mm. Il est recouvert d'un ruban conducteur en cuivre 3 constituant l'âme conductrice 4 du câble 1. Plus précisément, l'âme 4 est réalisée selon un rubanage hélicoïdal, à pas très court et à recouvrement à 49% des spires du ruban 3 non soudé. On obtient alors une épaisseur de métallisation de 0,1 mm, qui permet au câble un fonctionnement à 40 MHz et plus.

Autour de l'âme conductrice 4, on rubanne le diélectrique intermédiaire 5 constitué de PTFE expansé de densité d_i égale à 1. Le diamètre de l'isolant intermédiaire 5 ainsi obtenu est de 2,95 mm. Enfin, selon des techniques classiques qui ne font pas l'objet de l'invention, on ajoute le conducteur extérieur 6, qui est un tube métallique de diamètre 3,58 mm. Le câble 1 a donc un diamètre extérieur de 3,58 mm. Il n'est pas nécessaire de munir le câble 1 d'un isolant externe. Le conducteur extérieur 6 est alors éventuellement étamé ou argenté.

Le rapport d_i/d_j est égal à 0,46 ; il est compris dans la fourchette définie plus haut, c'est-à-dire entre 0,15 et 0,75. Ainsi, grâce au câble selon l'invention, il est possible d'atteindre des rayons de

courbure de 3 fois le diamètre extérieur du câble 1, soit environ 10 mm, sans décentrement de l'âme et donc sans variation des caractéristiques électriques du câble, alors que les rayons de courbure minimaux atteints avec les câbles de l'art antérieur sont de l'ordre de 4, voire 5 fois le diamètre extérieur du câble. Dans le cas de l'invention, la diminution du rayon de courbure minimal n'est plus limitée que par la contrainte mécanique maximale acceptable par le conducteur extérieur lors du pliage.

D'autre part, l'utilisation de PTFE pour former le jonc de soutien autorise le fonctionnement du câble à des températures élevées, et généralement supérieures à 125° C.

Grâce au rubanage sans soudure et à pas très court du conducteur intérieur sur le jonc de soutien, la structure de l'âme conductrice est souple, ce qui permet la diminution du rayon de courbure minimal.

Il est également possible de réaliser la métallisation par dépôt de métal sur le jonc par vaporisation sous vide, pulvérisation cathodique ou par voie chimique. On peut ainsi obtenir des épaisseurs de métallisation très faibles (quelques microns) qui sont appropriées à l'utilisation du câble selon l'invention à de très hautes fréquences (avec une épaisseur de métallisation de 5 μ m, on peut utiliser le câble à des fréquences supérieures à 200 MHz).

Enfin, et de manière avantageuse, l'utilisation d'un fil de cuivre, qui n'a pas de rôle conducteur, comme support souple lors de l'extrusion du jonc de soutien assure un renfort mécanique de la structure tout en garantissant au jonc une raideur suffisamment faible pour ne pas introduire de perturbation des caractéristiques électriques du câble lors d'un pliage éventuel.

La présente invention permet donc d'obtenir des câbles à faibles pertes de transmission capables de supporter de faibles rayons de courbure tout en conservant leurs caractéristiques électriques, et pouvant en même temps fonctionner à de très hautes fréquences et à des températures élevées.

Ces câbles peuvent être utilisés en particulier dans les domaines aéronautique, spatial, militaire, et dans tout autre domaine où les contraintes d'encombrement impliquent la nécessité de soumettre les câbles à un confinement important.

Bien entendu, la présente invention n'est pas limitée à la structure qui vient d'être décrite.

En particulier, on peut réaliser le jonc de soutien par extrusion de PTFE sur un support souple de renfort mécanique métallique ou non. Ce support peut être par exemple constitué d'un toron ou d'un fil métallique de diamètre compris entre 0,15 et 0,5 fois celui du jonc.

De même, la densité du diélectrique consti-

tuant l'isolant intermédiaire peut être comprise entre 0,3 et 1,2. Toutefois, il faut toujours rester dans un rapport entre densité de l'isolant intermédiaire et densité du jonc de soutien compris entre 0,15 et 0,75 afin de conserver les propriétés du câble selon l'invention.

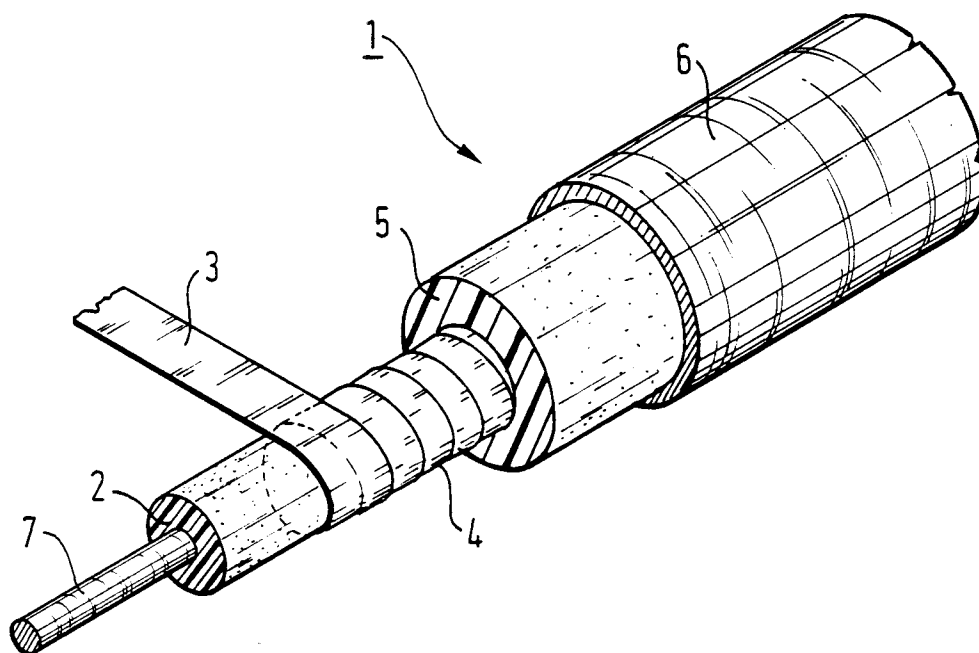
Par ailleurs, le taux de recouvrement du rubanage peut varier entre 20 et 60%.

Enfin, l'épaisseur du conducteur intérieur est avantageusement comprise entre 0,002 et 0,2 mm. En pratique pour des fréquences d'utilisation du câble supérieures à 1 GHz, cette épaisseur est de l'ordre de 0,002 mm, et pour des fréquences d'utilisation supérieures à 10 MHz, elle est d'environ 0,2 mm.

Bien évidemment, on pourra remplacer tout procédé par un procédé d'obtention équivalent sans sortir du cadre de l'invention.

Revendications

1. Câble coaxial à faibles pertes comprenant :
 - un jonc central de soutien (2) en matière plastique, recouvert d'un métal formant le conducteur intérieur (ou âme) (4) dudit câble coaxial (1),
 - un isolant intermédiaire (5) en un matériau diélectrique,
 - un conducteur extérieur métallique (6),
 caractérisé en ce que ledit jonc central (2) est en polytétrafluoroéthylène (PTFE) de densité supérieure ou égale à 1,6, ledit isolant intermédiaire (5) a une densité inférieure à 1,2 et le rapport entre la densité du diélectrique constituant ledit isolant intermédiaire (5) et la densité du PTFE constituant ledit jonc (2) reste compris entre 0,15 et 0,75.
2. Câble selon la revendication 1, caractérisé en ce que ledit jonc (2) est réalisé par extrusion de PTFE massif sur un support (7) de diamètre compris entre 0,15 et 0,50 fois celui dudit jonc.
3. Câble selon la revendication 2, caractérisé en ce que ledit support (7) est choisi parmi un toron métallique, un fil métallique et un fil en un matériau isolant.
4. Câble selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que ledit jonc (2) est en PTFE massif de densité égale à 2,16.
5. Câble selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que ledit isolant intermédiaire (5) est en PTFE expansé de densité égale à 1.
6. Câble selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que ledit conducteur intérieur métallique (4) est obtenu par rubanage hélicoïdal à pas court sans soudure d'un ruban conducteur (3) autour dudit jonc.
7. Câble selon la revendication 6, caractérisé en ce que ledit rubanage est effectué avec un taux de recouvrement compris entre 20 et 60%.
8. Câble selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que ledit conducteur intérieur (4) est obtenu par dépôt de métal sur ledit jonc par vaporisation sous vide.
9. Câble selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que ledit conducteur intérieur (4) est obtenu par dépôt de métal sur ledit jonc par pulvérisation cathodique.
10. Câble selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que ledit conducteur intérieur est obtenu par dépôt métallique sur ledit jonc par voie chimique.
11. Câble selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que l'épaisseur dudit conducteur intérieur (4) est comprise entre 0,002 et 0,2 mm.
12. Câble selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé en ce qu'il comporte une gaine isolante extérieure autour dudit conducteur extérieur métallique.





Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 92 10 4511

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	FR-A-2 189 825 (SIEMENS) * page 5, ligne 37 - page 8, ligne 35; figure 5 *	1, 5, 8, 10, 12	H01B11/18
A	FR-A-2 487 568 (CABLES DE LYON) * page 2, ligne 4 - ligne 18; figure 3 *	1	
A	EP-A-0 140 757 (HABIA CABLE) * revendication 1 *	1, 5	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			H01B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 15 JUIN 1992	Examineur DEMOLDER J.
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			