



**12**

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

**21** Numéro de dépôt : **94400998.4**

**51** Int. Cl.<sup>5</sup> : **H01B 11/18**

**22** Date de dépôt : **06.05.94**

**30** Priorité : **10.05.93 FR 9305582**

**43** Date de publication de la demande :  
**17.11.94 Bulletin 94/46**

**84** Etats contractants désignés :  
**CH DE ES FR GB IT LI**

**71** Demandeur : **ALCATEL CABLE**  
**30, rue des Chasses**  
**F-92100 Clichy (FR)**

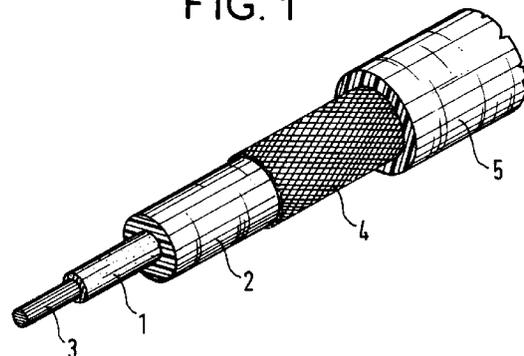
**72** Inventeur : **Robert, Lydie**  
**74ter, rue Alfred Dubois**  
**F-91460 Marcoussis (FR)**  
Inventeur : **Le Mehaute, Alain**  
**90, Allée de la Bannière de Maupertuis**  
**F-91190 Gif Sur Yvette (FR)**  
Inventeur : **Heliodore, Frederic**  
**19, rue Bardinet**  
**F-75014 Paris (FR)**  
Inventeur : **Galaj, Stanislas**  
**27, avenue Lenine**  
**F-94110 Arcueil (FR)**

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

**54** Câble utilisable dans le domaine des télécommunications.

**57** La présente invention a pour objet un câble destiné à être utilisé dans le domaine des télécommunications, de structure coaxiale, constitué d'une âme métallique (3) entourée d'au moins deux couches dont l'une est une couche de matériau diélectrique (2), caractérisé par le fait que l'autre couche (1), placée entre ladite âme (3) et ladite couche de matériau diélectrique (2) sur au moins une partie de la longueur du câble, est une couche de matériau composite semi-conducteur comprenant une matrice isolante et un polymère conducteur non dopé à liaisons conjuguées, ledit câble devenant ainsi un câble filtrant intrinsèquement les perturbations électromagnétiques qu'il conduit dans la gamme de fréquences inférieures à 1GHz.

**FIG. 1**



La présente invention concerne un câble plus particulièrement destiné à être utilisé dans le domaine des télécommunications où le signal utile transporté est de faible énergie.

Les câbles assurant la liaison entre les différents systèmes véhiculent un signal utile pouvant être continu ou alternatif, mais conduisent également des perturbations électromagnétiques de fréquences variables, fréquences de plus en plus élevées avec l'augmentation des débits d'information.

La protection des systèmes électroniques vis à vis des perturbations électromagnétiques conduites par les liaisons est devenue indispensable pour assurer un bon fonctionnement dans un environnement électromagnétique pollué, voire pour éviter des destructions car les composants électroniques travaillent avec des niveaux de tension de plus en plus faibles.

Dans l'état actuel de la situation, la principale solution retenue est le filtrage de ces perturbations par des éléments localisés; ceux-ci sont placés à l'entrée de chaque système à protéger ou bien à la sortie des systèmes générant les perturbations. Mais cette méthode a pour inconvénient d'augmenter le coût des systèmes, d'accroître l'encombrement du système, et ne permet pas d'éviter que les câbles servent d'antennes.

La présente invention a pour but de procurer une liaison possédant intrinsèquement la propriété d'absorber les perturbations électromagnétiques générées par les composants électroniques ou les liaisons dans les systèmes de télécommunication.

L'objet de la présente invention est un câble destiné à être utilisé dans le domaine des télécommunications, de structure coaxiale, constitué d'une âme métallique entourée d'au moins deux couches dont l'une est une couche de matériau diélectrique, caractérisé par le fait que l'autre couche, placée entre ladite âme et ladite couche de matériau diélectrique sur au moins une partie de la longueur du câble, est une couche de matériau composite semi-conducteur comprenant une matrice isolante et un polymère conducteur non dopé à liaisons conjuguées, ledit câble devenant ainsi un câble filtrant intrinsèquement les perturbations électromagnétiques qu'il conduit dans la gamme de fréquences inférieures à 1GHZ.

Le matériau composite a la propriété d'absorber les perturbations électromagnétiques conduites par l'âme métallique du câble. Cette propriété est non linéaire en fonction de la fréquence de la perturbation. Les perturbations électromagnétiques ne sont pas atténuées pour certaines valeurs de fréquence qui correspondent à la bande passante de la couche de matériau composite.

La couche de matériau composite est disposée sur au moins une partie de la longueur du câble. Elle peut être disposée sur toute la longueur du câble ou bien seulement sur certains tronçons.

Le matériau diélectrique et la matrice isolante de la couche de matériau composite sont de préférence choisis de nature différente afin de limiter la diffusion du polymère dans le matériau diélectrique

Le polymère conducteur non dopé est choisi parmi un polymère conducteur électronique, un polymère conducteur ionique, un polymère conducteur zwitterionique, et un polymère ferro-magnétique comme par exemple un copolymère de l'aniline et du naphthalène.

De préférence, le polymère conducteur électronique est choisi parmi les polymères et les copolymères à base d'aniline, de thiophène, de pyrrole, de fullérène (carbone cristallisé de zéro dimension), de phénylène-vinylène, de phénylène-sulfide, d'isothionaphtène, et de leurs dérivés.

De préférence, le polymère conducteur zwitterionique est choisi parmi les polymères et les copolymères à base de sulfobétaïne et de ses dérivés.

La proportion du polymère est supérieure à 5% en volume du matériau composite. L'optimum du taux de charge du polymère dans la matrice se situe au voisinage du seuil de percolation. Ce seuil dépend de la nature du polymère utilisé; dans la plupart des cas, il est supérieur 20%. Lorsque le taux de charge augmente jusqu'à atteindre le seuil de percolation, l'atténuation des perturbations est de plus en plus efficace. Au-delà de ce seuil, le gain en atténuation beaucoup plus faible.

Selon une variante, le matériau composite contient en outre un additif conducteur choisi parmi un polymère dopé ou autodopé, une charge de noir de carbone, et une charge métallique. L'additif est introduit à un taux inférieur à 10% en volume de matériau composite.

L'épaisseur de la couche de matériau composite est de 0,1 à 2 fois l'épaisseur de la couche de matériau diélectrique. En dessous de cette valeur l'absorption est insuffisante, au-delà tout accroissement d'épaisseur est sans effet. Plus ce rapport des épaisseurs est élevé, meilleure sera l'atténuation.

Selon une variante de réalisation, l'âme métallique du câble est entourée de plusieurs couches de matériaux composites de composition et/ou d'épaisseur différente, et ces couches de matériau composite sont recouvertes d'au moins une couche de matériau diélectrique.

Indépendamment, chacune des couches de matériau composite peut être disposée sur toute la longueur du câble ou bien seulement sur certains tronçons. L'épaisseur de chacune des couches peut être identique ou différente sur la longueur du câble.

Les perturbations électromagnétiques sont absorbées dans un domaine de fréquences qui dépend de la nature du polymère et de l'épaisseur de la couche de matériau composite. La variation d'épaisseur permet d'agir sur les phénomènes de relaxation (modification de la résistance et de la capacité linéique de

la couche) et donc de déplacer la bande passante du câble filtrant.

Les conditions d'absorption de chacune des couches de matériau composite étant définies par son épaisseur, par la nature et la proportion du polymère qui la compose, la superposition de plusieurs couches de caractéristiques différentes permet d'ajuster aux besoins la bande passante du câble.

Un tel câble est destiné à être utilisé dans le domaine des télécommunications. Ce type de câble est plus particulièrement avantageux dans des applications de faibles ou moyennes tensions (inférieures à 100 Volts), où la fréquence des perturbations électromagnétiques conduites varie entre 100kHz et 1GHz.

Les câbles filtrants selon l'invention possèdent en outre d'autres avantages en terme de compatibilité électromagnétique:

- ils réduisent les couplages entre câbles en absorbant les tensions parasites,
- ils possèdent un meilleur comportement en émission de perturbations rayonnées puisqu'ils filtrent les courants parasites haute fréquence.

L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages et particularités apparaîtront à la lecture des exemples qui vont suivre, donnés à titre illustratif et non limitatif, accompagnés des dessins annexés parmi lesquels:

- la figure 1 représente un exemple de structure d'un câble selon l'invention,
- la figure 2 montre l'atténuation des perturbations électromagnétiques en fonction de la fréquence pour différents matériaux composites,
- la figure 3 est analogue à la figure 2 pour d'autres matériaux,
- la figure 4 est analogue à la figure 2 pour des matériaux contenant du polythiophène dédopé et dopé.

Sur les figures 2 à 4, l'atténuation  $a$  en décibels (dB) est donnée en ordonné, et en abscisse la fréquence  $F$  en Hertz (Hz).

Sur la figure 1 est représenté un exemple de structure d'un câble selon l'invention: une couche de matériau composite semi-conducteur 1, d'épaisseur 0,6mm, et une couche de matériau diélectrique 2, d'épaisseur 2mm, entourent de façon concentrique l'âme centrale métallique 3 du câble, de diamètre externe 1,38mm. Le retour de masse de la structure coaxiale est assuré par une tresse métallique 4.

La couche de matériau composite 1 n'est pas reliée à la masse ce qui empêche toute circulation de courant perturbateur dans cette couche. Par ailleurs, l'épaisseur de peau dans la gamme de fréquences considérée ( $\delta=1,6.10^{-2}m$  à 200MHz) est largement supérieure à l'épaisseur de la couche de matériau composite, ce qui réduit le phénomène d'absorption de perturbations extérieures. Par conséquent en terme d'efficacité de blindage, l'action de la couche de

matériau composite semi-conducteur est inefficace.

La réalisation du câble est faite par coextrusion. La protection du câble et la cohésion de la structure sont assurées par une gaine thermorétractable 5.

Le matériau diélectrique est classiquement un polyéthylène basse densité ("LLDPE ATO5600" de ATOCHEM) sans peroxyde. Ce matériau se comporte dans la gamme de fréquence considérées (100kHz à 1GHz) comme un diélectrique parfait.

#### EXEMPLE 1

On réalise un câble de structure analogue à celle montrée par la figure 1 en utilisant comme matériau composite une couche semi-conductrice classique à base de noir de carbone. Le matériau se compose d'une matrice isolante à base d'un copolymère d'éthylène et d'acrylate de butyl EBA et d'une charge de noir d'acétylène dans une proportion de 25% en volume.

La mesure de l'atténuation du signal en fonction de la fréquence est donnée sur la courbe 1 de la figure 2. Pour une fréquence de 100MHz, l'atténuation est extrêmement faible.

#### EXEMPLE 2

On réalise un câble selon l'invention de structure analogue à celle montrée par la figure 1. Le matériau composite comprend une matrice isolante qui est un copolymère d'éthylène et d'acétate de vinyl EVA ("ELVAX 260"), contenant 26% d'acétate de vinyl ce qui favorise la force de scellage, et une charge de polythiophène dédopé dans une proportion de 30% en volume.

La matrice EVA, différente du matériau diélectrique, a été choisie car elle possède un taux de charge admissible élevé et une température d'extrusion compatible avec les charges envisagées.

La mesure de l'atténuation du signal en fonction de la fréquence est donnée sur la courbe 2 de la figure 2. Pour un câble de 3,7m de long, l'atténuation est de -3dB pour 50MHz et de -5dB pour 100MHz.

#### EXEMPLE 3

On réalise un câble selon l'invention de structure analogue à celle montrée par la figure 1. Le matériau composite, analogue à celui décrit dans l'exemple 2, comprend une matrice isolante EVA et une charge de polyaniline dédopée dans une proportion de 30% en volume.

La mesure de l'atténuation du signal en fonction de la fréquence est donnée sur la courbe 3 de la figure 2. L'atténuation est de -3dB à une fréquence de 30MHz et de -10dB à une fréquence de 100MHz

EXEMPLE 4

On réalise un câble selon l'invention de structure analogue à celle montrée par la figure 1. Le matériau composite, analogue à celui décrit dans l'exemple 2, comprend une matrice isolante EVA et une charge de copolymère ferro-magnétique de l'aniline et du naphthalène dans une proportion de 30% en volume.

La mesure de l'atténuation du signal en fonction de la fréquence est donnée sur la courbe 4 de la figure 2. L'atténuation est de -3dB à une fréquence de 10MHz.

EXEMPLE 5

On réalise un câble selon l'invention de structure analogue à celle montrée par la figure 1. Le matériau composite, analogue à celui décrit dans l'exemple 2, comprend une matrice isolante EVA et une charge de polymère conducteur ionique non dopé dans une proportion de 20% en volume. Ce polymère est obtenu en mélangeant une solution à base de cation alcalin  $K^+$  et le polyoxyéthylène  $(-CH_2-CH_2-O-)_n$ . Le polyoxyéthylène complexe l'ion  $K^+$  qui assure la conductivité du polymère obtenu.

La mesure de l'atténuation du signal en fonction de la fréquence est donnée sur la courbe 5 de la figure 3. L'atténuation est de -3dB à une fréquence de 30MHz.

EXEMPLE 6

On réalise un câble selon l'invention de structure analogue à celle montrée par la figure 1. Le matériau composite, analogue à celui décrit dans l'exemple 2, comprend une matrice isolante EVA et une charge de polymère conducteur dédopé dans une proportion de 30% en volume et de 5% de zwitterions à l'état moléculaire.

La mesure de l'atténuation du signal en fonction de la fréquence est donnée sur la courbe 6 de la figure 3. L'atténuation est de -3dB à une fréquence de 20MHz.

EXEMPLE 7

On réalise un câble selon l'invention de structure analogue à celle montrée par la figure 1. Le matériau composite, analogue à celui décrit dans l'exemple 2, comprend une matrice isolante EVA et une charge de polymère conducteur dédopé dans une proportion de 30% en volume et de 10% de PVDF.

La mesure de l'atténuation du signal en fonction de la fréquence est donnée sur la courbe 7 de la figure 3. L'atténuation est de -3dB à une fréquence de 7MHz.

EXEMPLE 8

On réalise un câble selon l'invention de structure analogue à celle montrée par la figure 1. Le matériau composite, analogue à celui décrit dans l'exemple 2, comprend une matrice isolante EVA et une charge de fullérènes dans une proportion de 25% en volume.

L'atténuation observée est identique à celle obtenue dans l'exemple 2 pour le polythiophène (courbe 2 de la figure 2).

On pourrait tout aussi bien utiliser des fullérènes greffés, par exemple les bromophénylfulléroïdes, les composés nitrosés des fullérènes, les copolymères des fullérènes (en particulier le xylylène), et les métallofullérènes.

EXEMPLE 9

On réalise un câble selon l'invention de structure analogue à celle montrée par la figure 1. Le matériau composite, analogue à celui décrit dans l'exemple 2, comprend une matrice isolante EVA et une charge de polythiophène dédopé dans une proportion de 30% en volume et de 5% de polythiophène dopé.

La mesure de l'atténuation du signal en fonction de la fréquence est donnée sur la courbe 8 de la figure 4. L'atténuation est de -3dB à une fréquence de 50MHz.

EXEMPLE 10

On réalise un câble selon l'invention de structure analogue à celle montrée par la figure 1. Le matériau composite, analogue à celui décrit dans l'exemple 2, comprend une matrice isolante EVA et une charge de polythiophène dédopé dans une proportion de 30% en volume et de 10% de polythiophène dopé.

La mesure de l'atténuation du signal en fonction de la fréquence est donnée sur la courbe 9 de la figure 4. L'atténuation est de -3dB à une fréquence de 40MHz.

Bien entendu la présente invention n'est pas limitée aux modes de réalisation décrits et représentés, mais elle est susceptible de nombreuses variantes accessibles à l'homme de l'art sans que l'on ne s'écarte de l'esprit de l'invention. En particulier, le câble peut être revêtu extérieurement d'une ou plusieurs couches supplémentaires telles que couche de blindage électromagnétique, couche de matériau coloré destinée à l'identification, couche de protection ignifuge, etc...

**Revendications**

1./ Câble destiné à être utilisé dans le domaine des télécommunications, de structure coaxiale, constitué d'une âme métallique entourée d'au moins deux

couches dont l'une est une couche de matériau diélectrique, caractérisé par le fait que l'autre couche, placée entre ladite âme et ladite couche de matériau diélectrique sur au moins une partie de la longueur du câble, est une couche de matériau composite semi-conducteur comprenant une matrice isolante et un polymère conducteur non dopé à liaisons conjuguées, ledit câble devenant ainsi un câble filtrant intrinsèquement les perturbations électromagnétiques qu'il conduit dans la gamme de fréquences inférieures à 1GHz.

5

**2./** Câble selon la revendication 1, caractérisé par le fait que ledit polymère est choisi parmi un polymère conducteur électronique, un polymère conducteur ionique, un polymère conducteur zwitterionique, et un polymère ferro-magnétique.

15

**3./** Câble selon la revendication 2, caractérisé par le fait que ledit polymère conducteur électronique est choisi parmi les polymères et les copolymères à base d'aniline, de thiophène, de pyrrole, de fullérène, de phénylène-vinylène, de phénylène-sulfide, d'isothionaphène, et de leurs dérivés.

20

**4./** Câble selon la revendication 2, caractérisé par le fait que ledit polymère conducteur zwitterionique est choisi parmi les polymères et les copolymères à base de sulfobétaïne et de ses dérivés.

25

**5./** Câble selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que la proportion dudit polymère est supérieure à 5% en volume du matériau composite.

30

**6./** Câble selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que ledit matériau composite contient en outre un additif conducteur choisi parmi un polymère conducteur dopé ou autodopé, une charge de noir de carbone, et une charge métallique, ledit additif étant introduit à un taux inférieur à 10% en volume dudit matériau composite.

35

**7./** Câble selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que l'épaisseur de ladite couche de matériau composite est de 0,1 à 2 fois l'épaisseur de ladite couche de matériau diélectrique.

40

**8./** Câble selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que ladite âme est entourée de plusieurs couches de matériaux composites de composition et/ou d'épaisseur différentes, lesdites couches de matériau composite étant recouvertes d'au moins une couche de matériau diélectrique.

45

**9./** Câble selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que lesdites perturbations électromagnétiques sont absorbées dans un domaine de fréquence qui dépend de la nature dudit polymère.

50

**10./** Câble selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que lesdites perturbations électromagnétiques sont absorbées dans un domaine de fréquence qui dépend de l'épaisseur de ladite couche de matériau composite.

55

**11./** Application d'un câble selon l'une des reven-

dications précédentes, au domaine des télécommunications.

FIG. 1

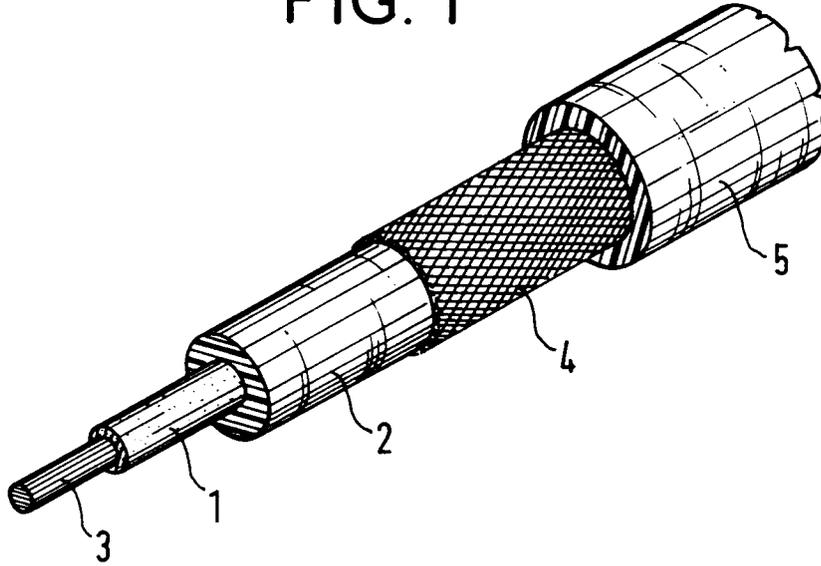


FIG. 2

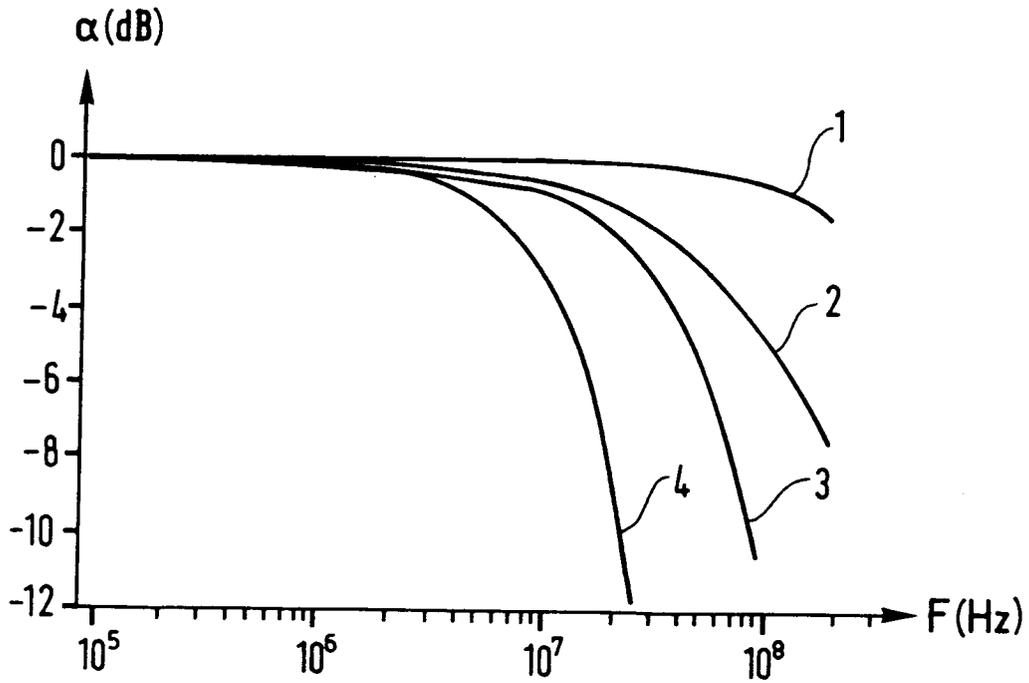


FIG. 3

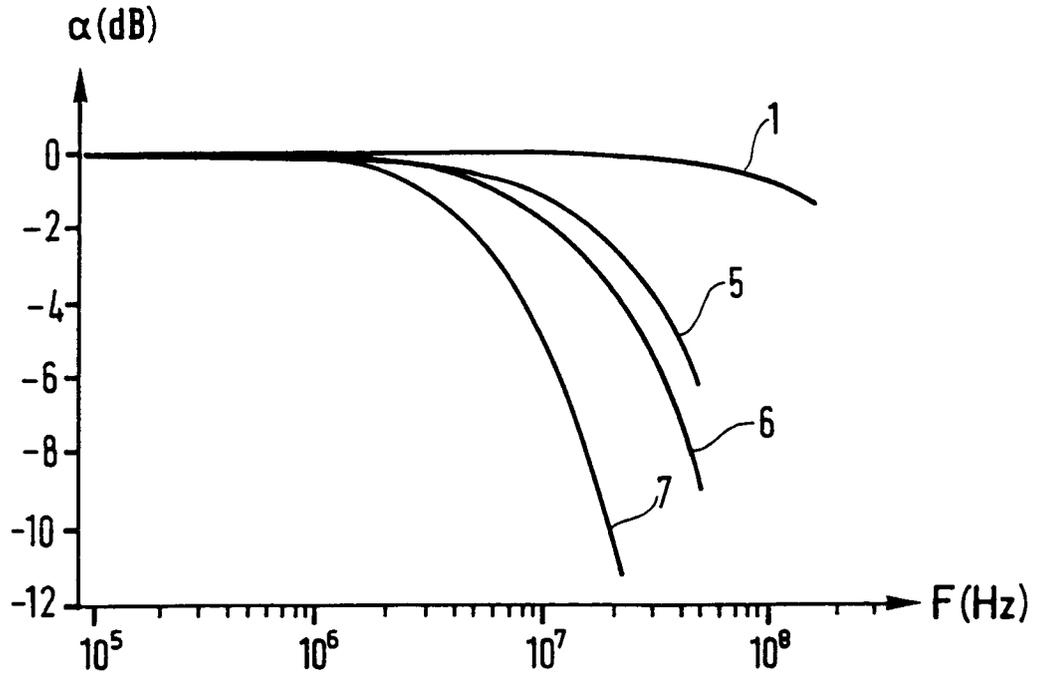
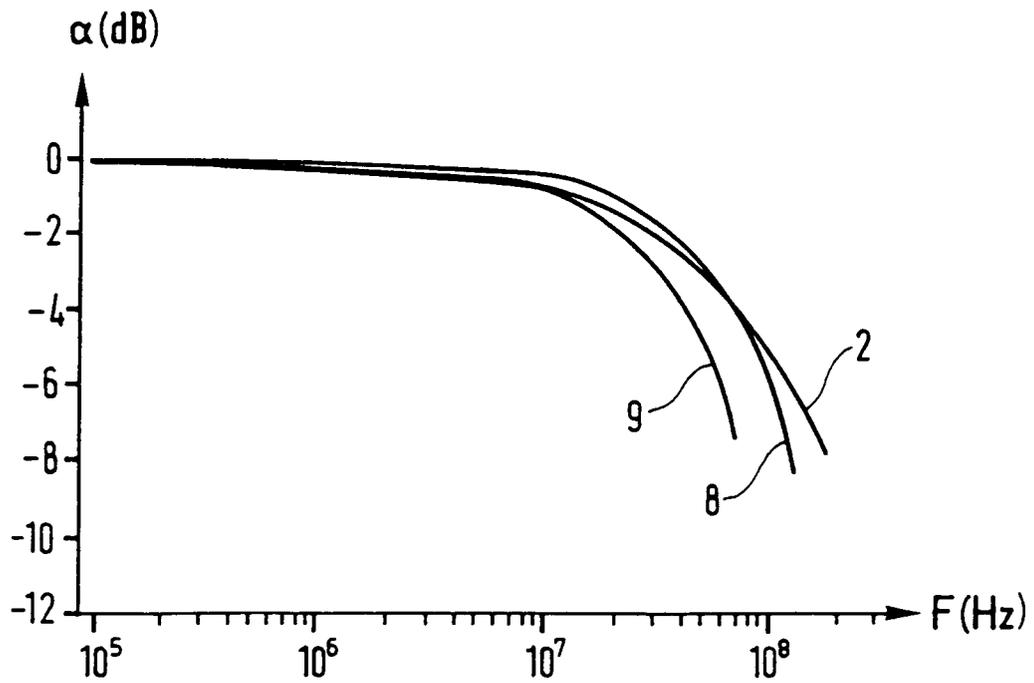


FIG. 4



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande  
EP 94 40 0998

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	EP-A-0 190 939 (RAYCHEM) * revendications 1-17; figure 1 * ---	1,2,11	H01B11/18
A	EP-A-0 190 940 (RAYCHEM) * revendications 1-10; figure 1 * -----	1,2,11	
			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 23 Août 1994	Examineur Demolder, J
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			

EPO FORM 1503 01.82 (P04C02)