



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
16.05.2007 Bulletin 2007/20

(51) Int Cl.:
H01B 11/10 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **06301126.6**

(22) Date de dépôt: **07.11.2006**

(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 LV MC NL PL PT RO SE SI
SK TR**
Etats d'extension désignés:
AL BA HR MK YU

(30) Priorité: **10.11.2005 FR 0553431**

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

(72) Inventeur: **Lipkens, Paul**
3670 Meeuwen-Gruitrode (BE)

(74) Mandataire: **Lenne, Laurence et al**
Feray Lenne Conseil
39/41, avenue Aristide Briand
92160 Antony (FR)

(54) **Cable électrique avec écran amélioré**

(57) L'invention concerne un câble électrique comportant au moins une âme centrale (12) et un écran (20) entourant l'âme centrale et électriquement isolé de l'âme centrale.

Selon l'invention, l'écran (20) est constitué d'un ruban composite (32) comprenant un substrat isolant et au moins une couche métallique déposée sur le substrat,

l'un (28) des deux bords longitudinaux du ruban recouvrant l'autre bord (30) et les deux bords étant soudés entre eux par ultrasons jusqu'à ce que les parties de la couche métallique des deux bords longitudinaux soient en contact, formant ainsi une continuité électrique.

Ce type de câble peut être utilisé dans le domaine des télécommunications à haut débit.

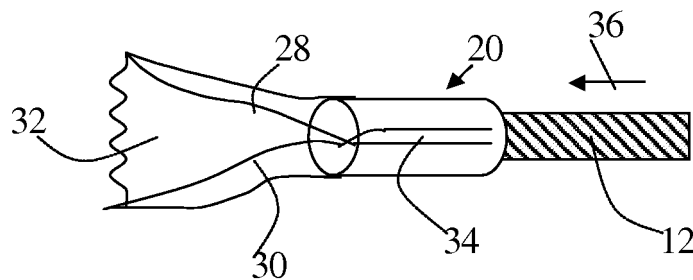


Fig.3

Description

[0001] La présente invention concerne un câble électrique muni d'un écran amélioré ainsi que la méthode de fabrication d'un tel câble.

[0002] Les câbles électriques transportant des signaux sous forme de courants de faible intensité sont particulièrement sensibles aux interférences électromagnétiques auxquelles ces câbles peuvent être soumis. C'est notamment le cas des câbles utilisés dans le domaine des télécommunications. Ces câbles transportent des signaux analogiques ou numériques. Ils sont principalement constitués d'une âme centrale composée de nombreux fils conducteurs électriques isolés les uns des autres et d'un écran formé par une enveloppe métallique entourant l'âme centrale. La protection contre les interférences des signaux transportés par les fils conducteurs avec les ondes électromagnétiques environnant le câble est assurée par l'écran. Les performances électromagnétiques du câble dépendent notamment de l'efficacité de l'écran. Ce dernier doit donc être exempt de défaut et en particulier ne doit pas être percé, ni présenter des discontinuités électriques qui le rendraient sensible aux perturbations électromagnétiques. L'apparition de défauts peut être due par exemple à des claquages électriques intempestifs dans le câble, à la corrosion ou à une courbure du câble trop importante ou répétée (effet de fatigue). Ces câbles peuvent en effet être utilisés dans un environnement corrosif (être enterrés par exemple) et leur durée de vie est relativement longue. Aussi des solutions ont été proposées pour améliorer les caractéristiques des écrans.

[0003] Le brevet US 3 206 541 décrit un câble composé d'un ensemble de conducteurs électriques entouré par un écran constitué d'une feuille composite formée d'une couche d'aluminium prise en sandwich entre deux couches de polyoléfine tel que du polyéthylène. La feuille composite est sous forme d'un ruban qui enveloppe l'ensemble des conducteurs en reliant entre eux les deux bords longitudinaux du ruban. La liaison entre ces deux bords s'effectue par la couche interne en polyoléfine située en regard des conducteurs. On constate que les deux bords de la couche d'aluminium ne sont pas en contact. Il en résulte une discontinuité électrique nuisible au bon fonctionnement de l'écran.

[0004] Selon une autre structure de câble, décrite par exemple dans le brevet US 5 573 857, l'écran est sous forme d'un ruban formé d'une feuille composite enroulée autour de l'ensemble des conducteurs. La feuille composite comporte des couches de différents matériaux, notamment une couche en téréphtalate de polyéthylène ou polyester (PET) et une couche métallique (cuivre ou étain). L'enroulement du ruban autour des conducteurs n'assure pas dans le temps une bonne continuité électrique de l'écran. En effet, à cause de la fatigue ou d'une courbure trop importante imposée au câble, les bords du ruban peuvent ne plus se superposer à certains endroits.

[0005] Une variante de réalisation de ce dernier type

de structure de câble, avec un écran sous forme de ruban enroulé, est donnée dans la demande de brevet DE 199 26 304 A1. Le ruban de l'écran est une feuille composite comportant une feuille en matière synthétique, telle le PET, prise en sandwich entre deux couches d'aluminium. Le ruban est enroulé autour des conducteurs comme dans le brevet US 5 573 857. Cette variante présente donc les inconvénients indiqués précédemment pour ce type de structure. De plus, le ruban comporte des entailles ou des encoches, ce qui nuit à la continuité électrique de l'écran.

[0006] Afin de déterminer si un câble est compatible avec un environnement électromagnétique, des tests sont proposés dans la norme EN 50289-1-6 respectivement IEC 61196-1. La mesure de la valeur d'une caractéristique de l'écran, appelée impédance de transfert ZT, en fonction de la fréquence de l'onde électromagnétique perturbatrice, y est décrite. La méthode standardisée permet d'obtenir expérimentalement des résultats reproductibles, et donc comparables, concernant les écrans. Plus la valeur de ZT est élevée, plus l'efficacité de l'écran est faible. Pour qu'un écran soit efficace, la valeur de ZT doit donc être inférieure à une valeur seuil déterminée, fonction de la fréquence du signal électromagnétique perturbateur. En pratique, il est difficile, sinon impossible, d'obtenir des valeurs de ZT inférieures aux valeurs seuil sans avoir recours à une gaine métallique supplémentaire, ce qui augmente le coût de fabrication des câbles. De ce fait, les câbles comportent généralement cette gaine supplémentaire, souvent en cuivre et en forme de tresse, entourant l'écran.

[0007] Par ailleurs, il est connu du brevet US 3 576 939 d'utiliser une soudure sous atmosphère d'argon pour connecter les deux bords longitudinaux d'une bande métallique formant l'écran d'un câble électrique. Un tel mode de soudure ne convient pas pour des bandes métalliques d'une épaisseur comprise entre 5 et 50 micromètres.

[0008] La présente invention a pour objet un câble électrique muni d'un écran performant, satisfaisant aux tests de compatibilité électromagnétique sans avoir recours à une gaine métallique supplémentaire. Le coût de fabrication est donc diminué par rapport aux câbles de l'art antérieur.

[0009] De façon plus précise, l'invention concerne un câble électrique comportant au moins une âme centrale et un écran entourant l'âme centrale et électriquement isolé de l'âme centrale, l'écran étant constitué d'un ruban composite comprenant un substrat isolant et au moins une couche métallique déposée sur le substrat. Selon l'invention, l'un des deux bords longitudinaux du ruban recouvre l'autre bord et les deux bords sont soudés entre eux par ultrasons jusqu'à ce que les parties de la couche métallique des deux bords longitudinaux soient en contact, formant ainsi une continuité électrique.

[0010] De préférence, le ruban composite comprend ledit substrat isolant pris en sandwich entre deux couches métalliques.

[0011] Avantagusement, le substrat isolant est cons-

titué d'un matériau plastique, par exemple du polyéthylène (PE) ou du téréphtalate de polyéthylène ou polyester (PET), et la ou les couches métalliques sont constituées d'un métal choisi parmi l'aluminium, le cuivre, l'étain, l'argent et l'or.

[0012] Lorsque l'âme centrale du câble est constituée d'une pluralité de conducteurs formant un même angle d'inclinaison avec l'axe longitudinal du câble, l'angle formé entre l'axe longitudinal du ruban et l'axe longitudinal du câble est de préférence inférieur ou égal audit angle d'inclinaison.

[0013] L'invention concerne également une méthode de fabrication du câble tel que défini précédemment. Selon l'invention, la méthode comporte les étapes suivantes :

- repliement des deux bords longitudinaux dudit ruban l'un au-dessus de l'autre jusqu'à former une zone de recouvrement; et
- soudage par ultrasons des deux bords dudit ruban dans la zone de recouvrement pendant un temps suffisant pour que les parties de la couche métallique des deux bords soient en contact, assurant ainsi une continuité électrique.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront au cours de la description qui suit d'un mode de réalisation de l'invention, donné à titre d'exemple non limitatif, en référence aux dessins annexés et sur lesquels :

- les figures 1 et 2 sont des vues transversales schématiques, respectivement perpendiculairement et parallèlement à l'axe longitudinal du câble, d'un type de câble utilisé dans le domaine des télécommunications et conforme à l'invention,
- la figure 3 représente schématiquement l'opération de soudure par ultrasons de l'écran, en conformité avec l'invention, et
- les figures 4 et 5 représentent la valeur de l'impédance de transfert ZT en fonction de la fréquence f du signal électromagnétique perturbateur, pour un câble muni d'un écran respectivement de l'art antérieur et conforme à la présente invention.

[0014] Le câble 10 représenté en coupe transversale sur la figure 1 est principalement utilisé dans le domaine des télécommunications pour acheminer un volume important de données. Il convient par exemple pour les communications à haut débit de type ADSL avec Internet. L'âme 12 du câble est constituée par une pluralité de conducteurs 14 en cuivre de diamètre inférieur à un millimètre (par exemple 0,4 mm). Chaque conducteur est entouré d'une gaine 16 en plastique isolant, tel que le polyéthylène. Les conducteurs 14 sont torsadés en hélice deux par deux pour former des paires 18, lesquelles

sont également torsadées en hélice entre elles pour former l'âme du câble. A titre d'exemple, l'âme peut comporter 96 paires de conducteurs arrangés en 4 faisceaux de 24 paires chacun.

[0015] L'âme 12 est entourée d'un écran 20 constitué par un ruban composite de faible épaisseur, lequel comporte un substrat plastique isolant sur lequel a été déposée une couche métallique sur un côté ou les deux côtés du substrat. Ce dernier est de préférence en polyéthylène PE ou en polyester (terephthalate de polyéthylène) PET et a une épaisseur pouvant par exemple être comprise entre 9 et 40 micromètres. Le métal formant la couche métallique doit avoir une très faible résistivité électrique et peut être par exemple du cuivre, de l'argent, de l'or, de l'étain et de préférence de l'aluminium. La couche métallique a par exemple une épaisseur comprise entre 5 et 50 micromètres. De préférence, le ruban formant l'écran 20 est bi-couche Al-PET ou tri-couche Al-PET-Al (le substrat plastique étant pris en sandwich entre les deux couches métalliques).

[0016] L'écran 20 est entouré d'une gaine externe 22 en plastique électriquement isolant et résistant à la corrosion. Un fil conducteur 24, appelé "conducteur de drainage" ("drain wire" en anglais) est connecté au potentiel de la terre. Un cordon 26 permet, en tirant dessus, de couper la gaine externe 22 et ainsi de séparer la gaine 22 de l'écran 20.

[0017] Comme illustré sur les figures 2 et 3, et selon l'invention, les bords longitudinaux 28 et 30 du ruban 32 constituant l'écran 20 sont repliés l'un sur l'autre pour former une zone de recouvrement 34. Cette dernière est soudée aux ultrasons de façon, d'une part, à maintenir les bords 28 et 30 repliés l'un sur l'autre et, d'autre part, à amener en contact les bords de la ou des couches d'aluminium. En d'autres termes, on soude à travers la ou les couches de plastique. Pour cela, on détermine expérimentalement la vitesse de soudage en fonction des caractéristiques de la machine à souder à ultrasons (énergie des ultrasons, pression exercée entre l'enclume et la tête à ultrasons, etc.) et en fonction des caractéristiques du ruban 32 (principalement épaisseurs des couches de PET et d'Al). On obtient ainsi une bonne continuité électrique pour l'écran, les bords 28 et 30 du ruban étant en contact électrique dans la zone 34. Le ruban ainsi replié et soudé forme un manchon métallique dans lequel est enfoncée, dans le sens de la flèche 36, l'âme 12 du câble au fur et à mesure du soudage du ruban.

[0018] Par opposition, dans les procédés classiques de l'art antérieur la couche plastique (généralement PE ou PET) est utilisée, soit pour obtenir une bonne adhérence sur la gaine qui se trouve éventuellement entre l'âme du câble et l'écran, soit pour permettre de souder à chaud le ruban sur lui-même. On n'obtient pas ainsi la continuité électrique obtenue par l'invention.

[0019] Le ruban 32 peut être positionné longitudinalement autour de l'âme 12, les bords 28 et 30 étant alors sensiblement parallèles à l'axe longitudinal 38 du câble. L'enveloppement de l'âme peut aussi être semi-longitu-

dinal, comme illustré sur la figure 2. Dans ce cas, les bords longitudinaux 28 et 30 ne sont plus parallèles à l'axe longitudinal 38. Les paires torsadées en hélice 18, ou de façon plus générale les conducteurs 14 formant l'âme du câble lorsque ces conducteurs ne sont pas groupés par paires, forment avec l'axe longitudinal 38 un angle d'inclinaison α qui varie selon les câbles. Selon une caractéristique de l'invention, l'angle formé par les bords 28-30 du ruban avec l'axe longitudinal 38 du câble est inférieur à l'angle d'inclinaison α . C'est ce que l'on constate sur la figure 2.

[0020] Une autre façon équivalente d'énoncer cette condition consiste à comparer les longueurs de câble pour lesquelles les paires torsadées 16 d'une part, et les bords 28-30 du ruban d'autre part, tournent de 360° autour de l'axe longitudinal 38 du câble. La longueur correspondant à la rotation de 360° des bords du ruban doit être inférieure à celle des paires torsadées.

[0021] Les figures 4 et 5 montrent, avec une échelle logarithmique, la variation de l'impédance de transfert ZT (en mO/m) en fonction de la fréquence f (en MHz) de l'onde électromagnétique arrivant sur le câble testé, respectivement pour un câble de l'art antérieur (figure 4) et pour un câble conforme à l'invention. Les mesures ont été effectuées en conformité avec les prescriptions de la norme EN 50289-1-6 respectivement IEC 61196-1. Comme indiqué précédemment, les valeurs de ZT fournissent une bonne indication de la compatibilité du câble avec un environnement électromagnétique. On considère que l'écran est efficace dans la plage de fréquence comprise entre 30 et 1000 MHz si les valeurs de ZT sont inférieures aux valeurs définies par la courbe 40. La courbe 42 sur la figure 4 correspond à un câble dont l'âme est composée de 24 paires torsadées de conducteurs en cuivre de diamètre 0,4 mm chacun, d'un écran composite Al-PET-Al, l'aluminium ayant une épaisseur de 25 micromètres et le polyester une épaisseur de 12 micromètres, et une gaine externe en copolymère d'épaisseur 25 micromètres. L'écran est un ruban enroulé de façon classique autour de l'âme du câble. On remarque que les valeurs de ZT sont supérieures aux valeurs définies par la courbe 40. L'écran de ce câble n'est donc pas suffisamment efficace. C'est la raison pour laquelle les câbles classiques comportent généralement en plus une gaine métallique tressée entourant l'écran.

[0022] La courbe 44 de la figure 5 correspond à un écran conforme à l'invention, de même structure que pour la figure 4 (un substrat en PET de 12 micromètres d'épaisseur pris en sandwich entre deux couches d'Al de 25 micromètres d'épaisseur), mais le ruban est soudé longitudinalement aux ultrasons de façon à assurer une continuité électrique entre les bords longitudinaux du ruban. On remarque que les valeurs de ZT sont inférieures aux valeurs définies par la courbe 40, ce qui démontre la bonne efficacité de l'écran contre les ondes électromagnétiques perturbatrices. On peut donc se passer d'une gaine métallique supplémentaire entourant l'écran.

[0023] Les câbles conformes à l'invention sont effica-

ces du point de vue électromagnétique et ils sont moins chers à fabriquer que les câbles classiques. En effet, l'absence d'une gaine métallique tressée autour de l'écran permet de diminuer les coûts de fabrication.

[0024] D'autres modes de réalisation que ceux décrits et représentés peuvent être conçus par l'homme du métier sans sortir du cadre de la présente invention.

10 Revendications

1. Câble électrique comportant au moins une âme centrale (12) et un écran (20) entourant ladite âme centrale et électriquement isolé de l'âme centrale, ledit écran (20) étant constitué d'un ruban composite (32) comprenant un substrat isolant et au moins une couche métallique déposée sur le substrat, câble **caractérisé en ce que** l'un (28) des deux bords longitudinaux du ruban recouvre l'autre bord (30) et **en ce que** ces deux bords sont soudés entre eux par ultrasons jusqu'à ce que les parties de la couche métallique des deux bords longitudinaux soient en contact, formant ainsi une continuité électrique.
2. Câble électrique selon la revendication 1 **caractérisé en ce que** ledit ruban composite comprend ledit substrat isolant pris en sandwich entre deux couches métalliques.
3. Câble électrique selon l'une des revendications précédentes **caractérisé en ce que** ledit substrat isolant est constitué d'un matériau plastique.
4. Câble électrique selon la revendication 3 **caractérisé en ce que** ledit matériau plastique est du polyéthylène (PE) ou du polyester (PET).
5. Câble électrique selon l'une des revendications précédentes **caractérisé en ce que** ladite ou lesdites couches métalliques sont constituées d'un métal choisi parmi l'aluminium, le cuivre, l'étain, l'argent et l'or.
6. Câble électrique selon l'une des revendications précédentes **caractérisé en ce que** ladite âme centrale (12) est constituée d'une pluralité de conducteurs (14).
7. Câble électrique selon la revendication 6 selon lequel l'axe longitudinal des conducteurs forme un même angle d'inclinaison (α) avec l'axe longitudinal (38) du câble, le câble étant **caractérisé en ce que** l'angle formé entre l'axe longitudinal du ruban et l'axe longitudinal (38) du câble est inférieur ou égal audit angle d'inclinaison (α).
8. Méthode de fabrication du câble défini à l'une des revendications précédentes **caractérisé en ce**

qu'elle comporte les étapes suivantes :

- repliement des deux bords bngitudinaux (28-30) dudit ruban (32) l'un au-dessus de l'autre jusqu'à former une zone de recouvrement (34); et 5
- soudage par ultrasons des deux bords (28-30) dudit ruban dans la zone de recouvrement (34) pendant un temps suffisant pour que les parties de la couche métallique des deux bords soient en contact, assurant ainsi une continuité électrique. 10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

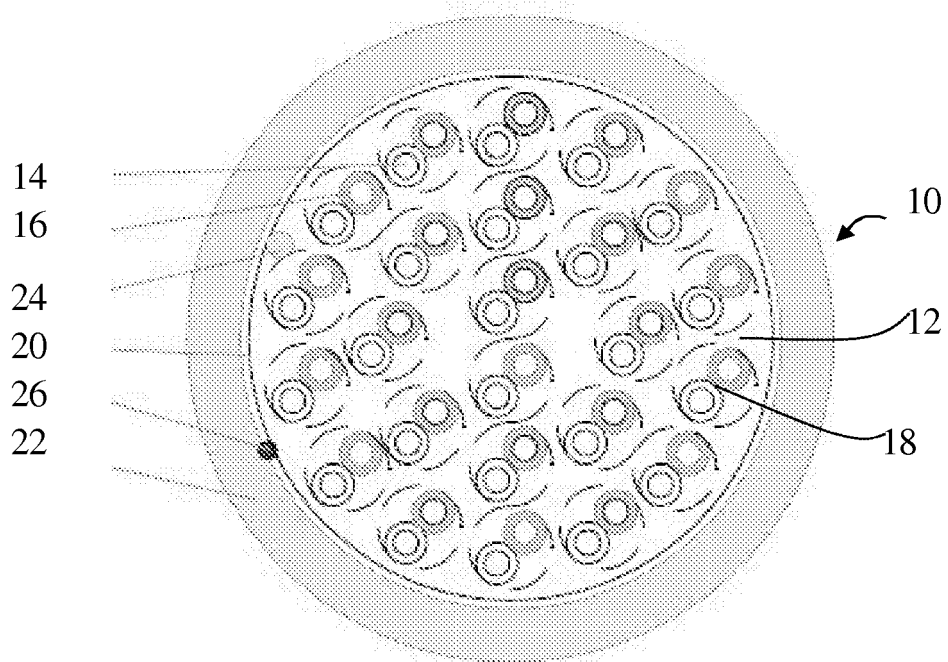


Fig.1

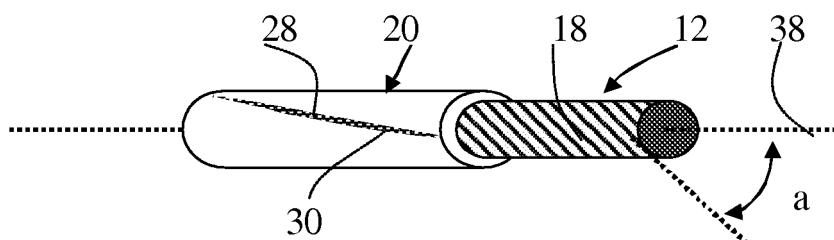


Fig.2

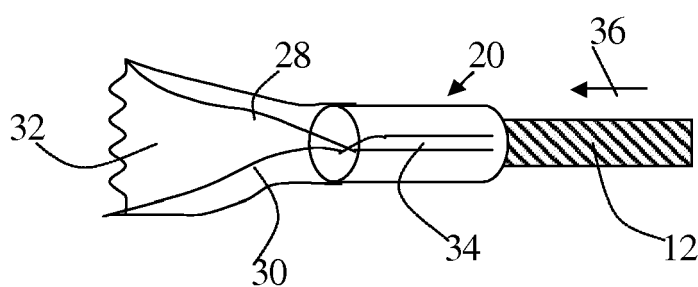


Fig.3

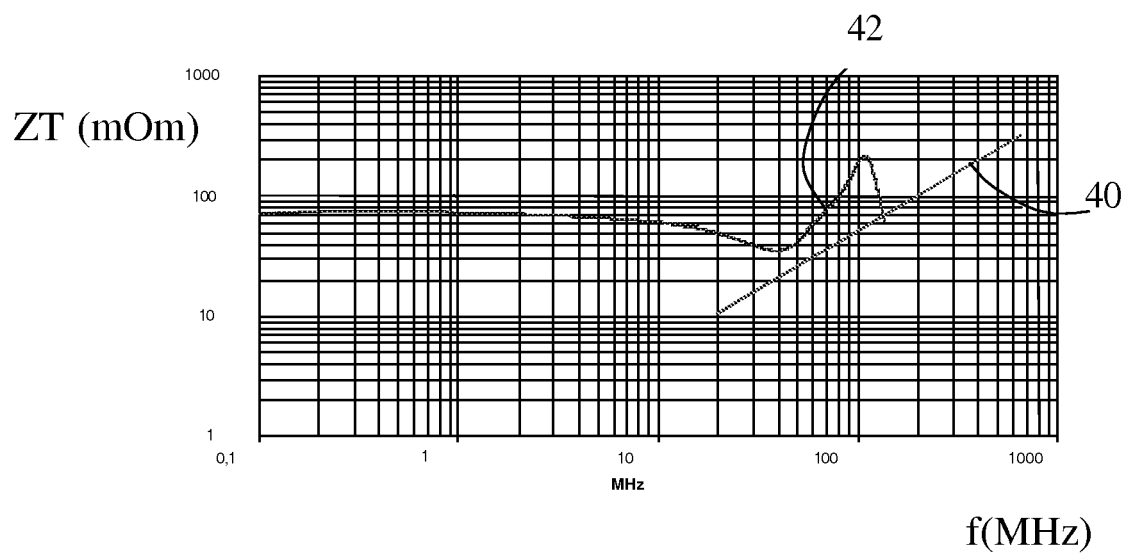


Fig.4

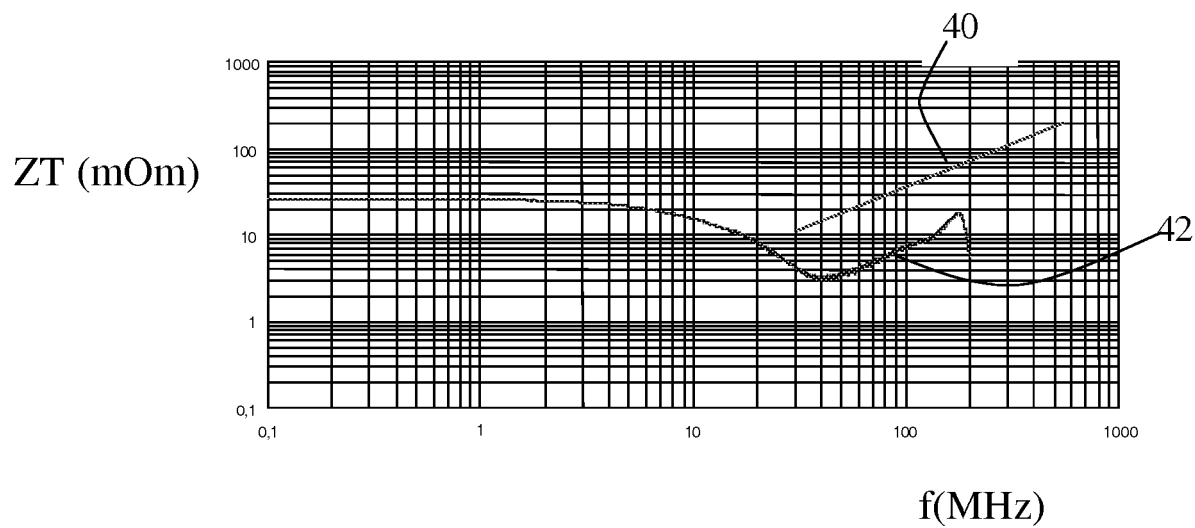


Fig.5

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Documents brevets cités dans la description

- US 3206541 A [0003]
- US 5573857 A [0004] [0005]
- DE 19926304 A1 [0005]
- US 3576939 A [0007]