

①⑨ RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①① N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 901 449

②① N° d'enregistrement national : **06 51765**

⑤① Int Cl⁸ : H 05 B 3/56 (2006.01), H 05 B 3/10

①②

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 16.05.06.

③① Priorité :

④③ Date de mise à la disposition du public de la
demande : 23.11.07 Bulletin 07/47.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

⑥① Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦① Demandeur(s) : NEXANS Société anonyme — FR.

⑦② Inventeur(s) : FOURNIER JEROME, FESTAZ
XAVIER et KOEBLIN CHRISTIAN.

⑦③ Titulaire(s) :

⑦④ Mandataire(s) : FERAY LENNE CONSEIL.

⑤④ CABLE CHAUFFANT AUTO-REGULANT.

⑤⑦ L'invention concerne un câble électrique chauffant
comprenant au moins deux conducteurs électriques, une
composition de polymère à coefficient de température posi-
tif (CTP), et une gaine isolante. Chaque conducteur est en-
touré d'une couche de la composition de polymère à CTP,
les deux conducteurs sont enroulés entre eux de façon à
former une torsade, la puissance de chauffe dudit câble
étant fonction du pas de ladite torsade, et la torsade est re-
couverte par la gaine isolante.

FR 2 901 449 - A1



Câble chauffant auto-régulant

La présente invention concerne un câble électrique chauffant, plus particulièrement de type auto-régulant, ainsi qu'un dispositif chauffant incorporant un tel câble.

5 Elle s'applique typiquement mais non exclusivement au dégel ou au déenneigement des structures telles que des voies d'aéroports, des toits de maisons, et à la régulation thermique des conduits et des pipelines.

Le document EP-0 880 302 propose un câble chauffant comprenant un élément central en polymère extrudé, deux conducteurs nus agencés
10 dans des rainures dudit élément central et affleurant à la surface de ce dernier et une couche d'un polymère semi-conducteur en contact avec lesdits conducteurs, agencée sur ledit élément central.

Lorsque les deux conducteurs sont connectés à une source de courant, le courant passe de l'un à l'autre à travers la couche de polymère
15 semi-conducteur.

Ledit polymère semi-conducteur, polymère chargé avec une charge conductrice, a un coefficient de température positif (CTP). En cela, l'augmentation de la température dudit polymère est associée à une augmentation de sa résistivité : le polymère tend à se dilater de manière
20 beaucoup plus importante que les charges en présence, ce qui a pour effet de séparer les particules de la charge conductrice, réduisant ainsi la puissance de chauffe du câble chauffant.

L'effet CTP permet ainsi une auto-régulation du câble et limite tout problème de surchauffe en empêchant le passage du courant de part et
25 d'autre des conducteurs.

Cependant, ce type de câble n'est utilisable que pour une seule et unique puissance de chauffe. Pour obtenir des câbles avec des puissances de chauffe différentes, il est nécessaire, et donc contraignant, de développer des polymères à CTP spécifiques pour chaque type d'applications. Le coût et
30 le temps pour développer différentes gammes de câbles selon l'application désirée s'en ressentent de façon significative.

L'invention vise à résoudre les problèmes de l'art antérieur en proposant un câble électrique chauffant auto-régulant facile à mettre en œuvre et apte à fonctionner avec un seul type de polymère à CTP, pour différentes puissances de chauffe.

5 A cet effet, l'invention a pour objet un câble électrique chauffant comprenant au moins deux conducteurs électriques, une composition de polymère à CTP, et une gaine isolante. Chaque conducteur est entouré d'une couche de la composition de polymère à CTP, les deux conducteurs sont enroulés entre eux de façon à former une torsade, la puissance de
10 chauffe dudit câble étant fonction du pas de ladite torsade, et la torsade est recouverte par la gaine isolante.

On entend par « composition de polymère à CTP » tout polymère chargé avec une ou plusieurs charges conductrices, présentant un coefficient de température positif.

15 On entend par « pas de la torsade » le nombre de tours consécutifs d'au moins deux conducteurs torsadés sur une distance donnée.

Grâce à l'invention, les câbles chauffants auto-régulants ne sont plus sur-dimensionnés, entraînant une consommation d'énergie trop élevée ou sous-dimensionnés, présentant une résistivité trop faible.

20 De façon surprenante, la Demanderesse a découvert que le fait de torsader des fils conducteurs entourés d'une composition de polymère à CTP permet de faire varier la puissance de chauffe du câble.

Ainsi, la puissance de chauffe désirée est obtenue avec une seule composition de polymère à CTP en déterminant au préalable le pas de
25 torsade le plus adéquat pour l'application choisie.

Plus particulièrement, plus le pas de torsade est grand, plus la résistivité du câble est importante. Le câble évite ainsi tout risque de surchauffe en fournissant une puissance plus faible.

De plus, la fabrication des câbles chauffants conformément à
30 l'invention est simplifiée par rapport au document de l'art antérieur précédemment cité.

En effet, il suffit d'entourer chaque câble, par exemple par extrusion, avec une couche de la composition de polymère à CTP et de torsader les conducteurs électriques pour obtenir l'effet désiré.

Dans un mode de réalisation particulièrement avantageux, la couche
5 de la composition de polymère à CTP de chaque conducteur a une épaisseur différente.

La variation de l'épaisseur de la couche de ladite composition de polymère à CTP est un paramètre supplémentaire à celui du pas de la torsade permettant d'obtenir la puissance de chauffe souhaitée à partir d'une
10 seule composition de polymère à CTP.

Dans un autre mode de réalisation, le pas de la torsade varie le long du câble.

Cette configuration permet d'obtenir un câble chauffant avec des puissances de chauffe différentes par zone le long dudit câble selon
15 l'application désirée.

Dans un exemple particulier, le conducteur est un fil métallique rond massif.

Dans un autre exemple particulier, le conducteur est un fil métallique quasi-rond de type multibrins.

20 Selon une caractéristique de l'invention, le câble comprend en outre une gaine de protection recouvrant ladite gaine isolante.

Cette gaine de protection permet de protéger le câble contre les phénomènes d'abrasion et les agressions chimiques et thermiques.

Selon une autre caractéristique de l'invention, le câble comprend en
25 outre un écran métallique positionné entre la gaine isolante et la gaine de protection.

Cet écran permet de protéger mécaniquement le câble et peut être relié à la terre pour éviter tout risque de court-circuit.

Selon un autre aspect, l'invention concerne un dispositif chauffant électrique comprenant au moins un câble selon l'invention.

5 Selon un autre aspect, l'invention concerne un procédé pour la fabrication d'un câble électrique chauffant selon l'invention comprenant les étapes suivantes :

- i. revêtir chaque conducteur électrique avec une couche d'une composition de polymère à CTP,
- 10 ii. torsader lesdits conducteurs entre eux, et
- iii. traiter thermiquement lesdits conducteurs torsadés.

 Le traitement thermique permet de relaxer les contraintes résiduelles au niveau des points de contacts entre les conducteurs électriques, lorsque ces derniers sont torsadés, et ainsi de stabiliser la résistance électrique de
15 contact.

 Ledit traitement thermique consiste typiquement à chauffer durant quelques minutes le câble électrique à une température supérieure à la température de transition vitreuse de la composition de polymère à CTP et à une température inférieure à la température de fusion de la composition de
20 polymère à CTP.

 D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lumière des exemples qui vont suivre en référence aux dessins annotés, lesdits exemples et dessins étant donnés à titre illustratif et nullement limitatif.

25 La figure 1 représente une vue schématique d'un câble électrique selon l'invention.

 La figure 2 représente l'évolution de la puissance de chauffe d'un câble électrique selon l'invention en fonction de la température pour deux pas de torsade différents, sous une alimentation de 40V en courant continu.

Comme représenté sur la figure 1, le câble électrique 1, conforme à l'invention, comprend deux conducteurs électriques 2 destinés à être connectés à une source de courant.

Chaque conducteur électrique est entouré d'une couche 3 d'une
5 composition de polymère à CTP extrudé.

Tout polymère chargé ayant des propriétés mécaniques suffisantes, c'est-à-dire étant assez flexible pour être torsadé, peut être utilisé dans le cadre de l'invention.

Les polymères utilisés sont par exemple du type polyoléfine, comme
10 le polyéthylène, le polypropylène, les copolymères d'éthylène et d'acétate de vinyle ou les copolymères d'éthylène et de propylène.

Les charges, que comprend la composition de polymère à CTP, sont une ou plusieurs charges conductrices de type noir de carbone.

Les deux conducteurs ainsi entourés sont enroulés entre eux de
15 façon à former une torsade 4.

La torsade 4 est ensuite recouverte d'une gaine isolante 5. La gaine isolante 5 est un matériau de gainage bien connu de l'homme du métier, comme par exemple du polyéthylène.

Dans un exemple particulier (non représenté) de réalisation, la
20 torsade, recouverte de ladite gaine isolante, est entourée par un écran métallique pour renforcer mécaniquement le câble électrique conforme à l'invention.

Cet écran métallique est par exemple du type ruban d'aluminium ou de cuivre et/ou tresse en fil de cuivre.

25 Cet écran métallique est entouré d'une gaine de protection pouvant être à base de polyoléfine.

Les câbles électriques selon l'invention sont utilisés principalement dans les systèmes électriques chauffant et sont du type monophasé, lorsqu'ils comportent deux conducteurs électriques, ou triphasé, lorsqu'ils comportent trois conducteurs électriques.

- 5 Dans les systèmes monophasés, le câble comporte un conducteur électrique relié à une source de courant et un conducteur électrique relié à la terre.

Dans les systèmes triphasés, le câble comporte trois conducteurs électriques reliés à une source de courant.

- 10 Conformément à l'invention, chacun de ces trois conducteurs est entouré d'une couche d'une composition de polymère à CTP, les trois conducteurs ainsi entourés étant ensuite torsadés entre eux.

- Afin de montrer les avantages obtenus avec les câbles électriques chauffants selon l'invention, des essais concernant le comportement
15 électrique desdits câbles ayant un pas de torsade différent ont été effectués.

Un conducteur en cuivre rond et massif de diamètre 1 mm est entouré d'une couche de 0,5 mm d'épaisseur d'une composition de polymère à CTP par extrusion.

- La composition de polymère à CTP est à base de polyéthylène
20 chargé avec du noir de carbone.

Deux longueurs de ce conducteur revêtu ont été prélevées et torsadées ensemble afin d'obtenir une torsade ayant un aspect régulier et homogène.

- Un premier et un second câbles présentent respectivement un pas
25 de torsade de 1,5 tours/5 cm et de 8 tours/5cm pour une longueur totale de câble de 50 cm.

Une gaine isolante de type gaine thermo-rétractable est appliquée sur chaque torsade.

Les câbles électriques ainsi constitués sont placés dans une enceinte climatique.

- 5 L'évolution de la puissance de chauffe en fonction de la température de l'enceinte climatique est représentée sur la figure 2.

La température de l'enceinte climatique est régulée de façon à rester constante, même si le câble chauffe lorsque ledit câble est sous tension.

La puissance de chauffe est déduite simplement de la mesure de la
10 résistance en utilisant un dispositif classique fonctionnant en courant continu, du type voltmètre et ampèremètre connectés audits câbles électriques.

La résistance des premier et second câbles a été mesurée en mode chauffant, c'est-à-dire qu'une tension continue de 40V leur a été appliquée.

Le courant traverse ainsi les couches de la composition de polymère
15 à CTP et les chauffe.

Il est clairement montré, selon la figure 2, que les câbles selon l'invention ont des comportements différents en termes de puissance de chauffe en fonction du pas de la torsade.

En particulier, plus le pas de la torsade est important, c'est-à-dire
20 plus le nombre de tours consécutifs des deux conducteurs torsadés sur une distance donnée est grand, plus la puissance de chauffe du câble diminue pour une température donnée, notamment à des températures inférieures à 20°C.

La présente invention n'est pas limitée à l'exemple de mise en œuvre
25 qui vient d'être décrit et porte dans sa généralité sur tous les câbles envisageables à partir des indications générales fournies dans l'exposé de l'invention.

Notamment, chaque conducteur électrique peut être revêtu par enduction d'une couche de polymère à CTP.

REVENDEICATIONS

1. Câble électrique chauffant comprenant :
 - au moins deux conducteurs électriques,
 - une composition de polymère à coefficient de température positif (CTP), et
 - une gaine isolante,caractérisé en ce que
 - chaque conducteur est entouré d'une couche de la composition de polymère à CTP,
 - les deux conducteurs sont enroulés entre eux de façon à former une torsade, la puissance de chauffe dudit câble étant fonction du pas de ladite torsade, et
 - la torsade est recouverte par la gaine isolante.
2. Câble selon la revendication 1, caractérisée en ce que la couche de la composition de polymère à CTP de chaque conducteur a une épaisseur différente.
3. Câble selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que le pas de la torsade varie le long du câble.
4. Câble selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le conducteur est un fil métallique rond massif.
5. Câble selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que le conducteur est un fil métallique quasi-rond de type multibrins.
6. Câble selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le câble comprend en outre une gaine de protection entourant ladite gaine isolante.

7. Câble selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que le câble comprend en outre un écran métallique positionné entre la gaine isolante et la gaine de protection.

5

8. Dispositif chauffant électrique comprenant au moins un câble selon l'une quelconque des revendications 1 à 7.

9. Procédé pour la fabrication d'un câble électrique chauffant selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 comprenant les étapes suivantes :
- i. revêtir chaque conducteur électrique avec une couche d'une composition de polymère à CTP,
 - ii. torsader lesdits conducteurs entre eux, et
 - iii. traiter thermiquement lesdits conducteurs torsadés.

15

1/1

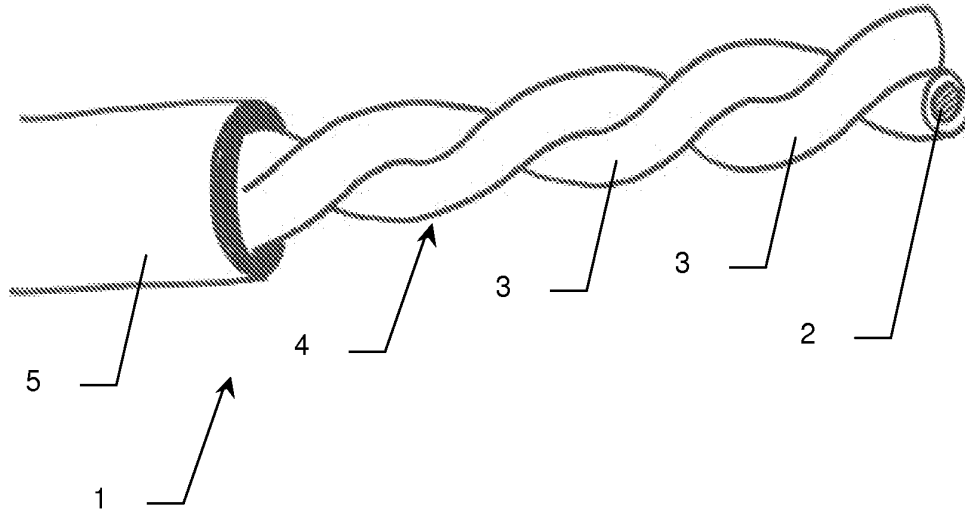


FIG. 1

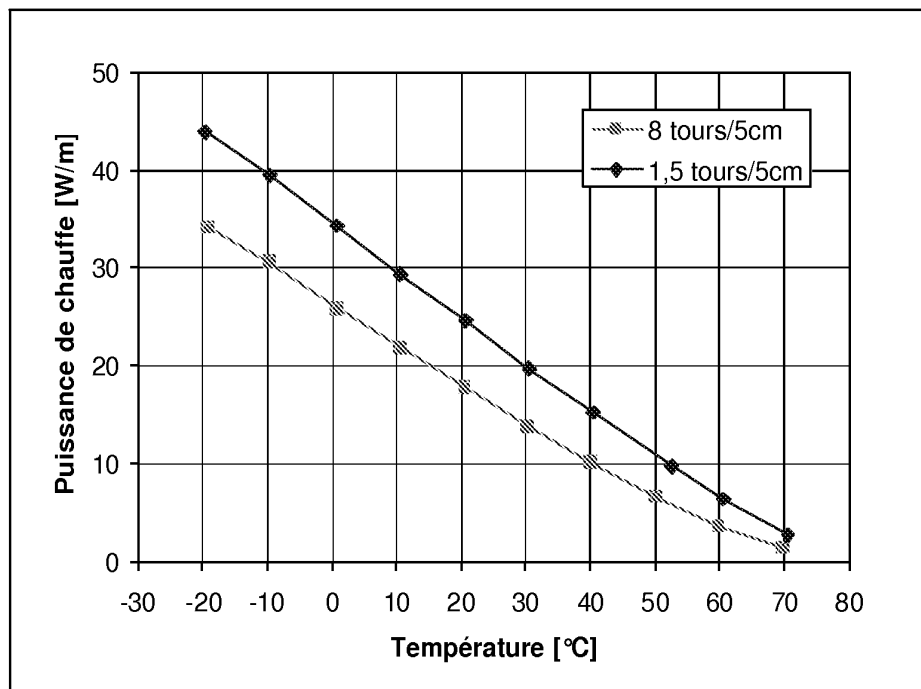


FIG. 2



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 678898
FR 0651765

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
D,A	EP 0 880 302 A2 (ALSTHOM CGE ALCATEL [FR] NEXANS [FR]) 25 novembre 1998 (1998-11-25) * abrégé * * colonne 1, ligne 50 - colonne 2, ligne 24 * * figure 1 *	1-9	
A	----- LEGROS F ET AL: "CABLES AUTOREGULANTS: PRINCIPE ET UTILISATION INDUSTRIELLE" REVUE GÉNÉRALE DE L'ELECTRICITE, RGE. PARIS, FR, no. 11, 1 décembre 1989 (1989-12-01), pages 43-48, XP000074550 ISSN: 0035-3116 * le document en entier *	1-9	
A	----- WO 97/17707 A (PAK IL YOUNG [US]) 15 mai 1997 (1997-05-15) * abrégé * * figure 3 * * page 5, ligne 13 - page 6, ligne 10 * -----	1-9	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H05B
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
11 décembre 2006		DE LA TASSA LAFORGUE	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS 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 bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0651765 FA 678898**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **11-12-2006**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
EP 0880302	A2	25-11-1998	DE 69829244 D1	14-04-2005
			DE 69829244 T2	09-02-2006
			NO 972275 A	23-11-1998
			PL 326380 A1	23-11-1998

WO 9717707	A	15-05-1997	AUCUN	
