

(19)



(11)

EP 1 801 817 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:

27.06.2007 Bulletin 2007/26

(51) Int Cl.:

H01B 7/18 (2006.01)

H01B 3/47 (2006.01)

H01B 7/02 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **06301242.1**

(22) Date de dépôt: **12.12.2006**

(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: **22.12.2005 FR 0553997**

(71) Demandeur: **NEXANS France
75008 Paris (FR)**

(72) Inventeurs:

- **Pineau, Daniel
68440, Dietwiller (FR)**
- **Pinto, Olivier
69003, LYON (FR)**
- **Tavard, Elisabeth
69009, LYON (FR)**

(74) Mandataire: **Feray, Valérie**

**Feray Lenne Conseil
39/41, avenue Aristide Briand
92163 Antony (FR)**

(54) **Cable comportant une couche de matière fibreuse imprégnée et procédé d'imprégnation correspondant**

(57) La présente invention concerne un câble d'énergie et/ou de télécommunication comportant une couche de matière fibreuse recouverte d'un vernis d'imprégnation.

L'invention est remarquable en ce que le vernis d'imprégnation est issu d'une composition comprenant une résine polymère, de l'eau, ainsi qu'un agent tensioactif.

EP 1 801 817 A1

Description

[0001] La présente invention concerne un câble d'énergie et/ou de télécommunication qui est pourvu d'une couche de matière fibreuse recouverte d'un vernis d'imprégnation.

[0002] L'invention est également relative à un procédé d'imprégnation d'une couche de matière fibreuse.

[0003] L'invention trouve une application particulièrement avantageuse, mais non exclusive, dans le domaine des câbles à isolants silicone.

[0004] Le silicone est connu pour offrir d'excellentes propriétés diélectriques, et c'est pourquoi il est largement utilisé aujourd'hui pour réaliser les couches isolantes des câbles d'énergie et/ou de télécommunication.

[0005] Ce type de matériau présente toutefois un certain nombre d'inconvénients dès lors qu'il est employé en tant que revêtement externe d'un câble. Un désagrément important provient du fait que le silicone a naturellement tendance à prendre la poussière, ce qui s'avère esthétiquement préjudiciable à l'aspect du câble, et donc gênant commercialement parlant. Ce matériau a également pour désavantage d'être insuffisamment glissant, pénalisant ainsi la facilité de manipulation du câble, par exemple en cas d'implantation dans un corps creux. Enfin, le silicone présente une réelle fragilité mécanique, qui se traduit dans les faits par un risque élevé de dégradation par perforations et/ou par coupures.

[0006] Pour remédier à l'ensemble de ces difficultés, une des solutions utilisées aujourd'hui consiste à recouvrir l'isolant silicone d'une couche supplémentaire de protection se présentant sous la forme d'une tresse généralement en tissu synthétique. Communément réalisée en polyéthylène téréphtalate pour des raisons essentiellement de coût, une telle tresse n'est cependant pas à l'abri des détériorations mécaniques, et notamment des problèmes de peluchage. C'est pourquoi la tresse est habituellement imprégnée avec un vernis à base de résine polymère, qui est à même de procurer au câble de bonnes propriétés de glissement et d'anti-friction.

[0007] Les vernis d'imprégnation de l'état de la technique consistent généralement en des résines polymères en base solvant, qui sont de préférence réticulables. A titre d'exemple, on peut citer une résine polyuréthane thermoréticulable en solution dans de l'acétate d'Ethyle. Il est à noter que même si l'utilisation d'un unique solvant organique est parfaitement envisageable, il sera fait usage le plus souvent d'un mélange de solvants organiques.

[0008] Concrètement, l'application d'un tel vernis s'effectue dans un premier temps en imprégnant directement la tresse, puis dans un second temps en faisant passer le câble dans une série de fours chargés d'une part de faire évaporer la phase solvant, et d'autre part de générer le cas échéant la réticulation thermique de la résine polymère.

[0009] Un premier inconvénient sérieux avec les résines en base solvant, est qu'elles dégagent des quantités élevées de composés organiques volatiles lors du séchage et/ou de la réticulation du vernis d'imprégnation. Or certains de ces composés organiques volatiles posent de réels problèmes de toxicité et/ou d'inflammabilité.

[0010] Un second désavantage provient du fait que le silicone s'avère peu résistant au solvant, ce qui offre à ce dernier la possibilité de pénétrer l'isolant et ainsi de provoquer des dégradations des propriétés d'isolation électrique. Il est bien entendu possible de protéger le silicone en plaçant à l'interface entre la tresse et l'isolant, un ruban en polyester à même d'empêcher tout contact entre le solvant du vernis d'imprégnation et le silicone de l'isolant. Mais cette solution se révèle malheureusement onéreuse, car indépendamment du surcoût lié au prix de revient intrinsèque du ruban, elle nécessite une étape supplémentaire de fabrication. Par ailleurs, un câble intégrant un tel ruban s'avère désagréablement bruyant dès lors qu'il est manipulé, ce qui au final nuit à l'aspect qualitatif du produit.

[0011] Il existe dans l'état de la technique une autre catégorie de vernis d'imprégnation, qui permet de s'affranchir des problèmes inhérents à l'emploi de solvants organiques. Cette technique consiste à remplacer la résine en base solvant, par un caoutchouc de silicone liquide couramment désigné par l'abréviation anglo-saxonne LSR.

[0012] Si ce type particulier de matériau s'avère incontestablement moins dangereux pour la sécurité des hommes et des équipements, il n'en demeure pas moins qu'il présente les mêmes inconvénients que ceux des isolants silicones précédemment décrits. On pense notamment ici au penchant à prendre la poussière, à la fragilité mécanique, aux propriétés de glissement médiocres et au prix de revient élevé du matériau.

[0013] Aussi le problème technique à résoudre par l'objet de la présente invention, est de proposer un câble d'énergie et/ou de télécommunication comportant une couche de matière fibreuse recouverte d'un vernis d'imprégnation, câble qui permettrait d'éviter les problèmes de l'état de la technique en offrant notamment un niveau de sécurité notablement accru pour les personnes et pour l'environnement, ainsi que des propriétés mécaniques sensiblement améliorées, tout en demeurant peu onéreux à fabriquer.

[0014] La solution au problème technique posé consiste, selon la présente invention, en ce que le vernis d'imprégnation est issu d'une composition comprenant une résine polymère, de l'eau, ainsi qu'un agent tensioactif.

[0015] Il est entendu que l'agent tensioactif, également appelé surfactant dans l'état de la technique, peut être de nature quelconque sous réserve qu'il soit en mesure de rendre compatible la résine polymère choisie et l'eau.

[0016] Quoi qu'il en soit, l'invention concerne tout câble intégrant une couche de matière fibreuse imprégnée, que ledit câble soit électrique ou optique, mono ou multiconducteurs.

[0017] Chaque isolant associé individuellement à chaque conducteur, ou collectivement à un ensemble de conducteurs isolés, peut lui aussi être de toute nature connue.

[0018] Il en est de même pour la matière fibreuse composant la couche de protection. Les fibres utilisées peuvent ainsi être d'origine naturelle comme par exemple le coton, le lin, la soie ; d'origine synthétique ou semi-synthétique et notamment en polyester, polyéthylène téréphtalate, en polyamide, en aramide; d'origine minérale comme pour le carbone, le verre ; d'origine métallique.

[0019] La couche de matière fibreuse peut par ailleurs présenter une structure quelconque, par exemple tissée ou non tissée, et associer plusieurs types différents de fibres.

[0020] L'invention telle qu'ainsi définie présente pour principal avantage de réduire considérablement les émissions de composés organiques volatiles lors de la fabrication d'un câble, plus particulièrement lors du séchage et/ou de la réticulation du vernis d'imprégnation. L'utilisation d'un solvant aqueux, en lieu et place des solvants organiques de l'état de la technique, permet ainsi de diminuer de manière drastique les problèmes de toxicité et d'inflammabilité liés aux émissions en question, et donc de se conformer en terme de sécurité à nombre de réglementations en vigueur ou à venir, que ces dernières concernent les personnes et/ou l'environnement. L'absence de corrosivité est également un avantage de choix.

[0021] Par ailleurs, l'emploi d'un vernis d'imprégnation conforme à l'invention n'altère en rien les propriétés des matériaux isolants, et préserve plus généralement la souplesse finale du câble sur lequel il est appliqué. L'utilisation d'une résine en base aqueuse conforme à l'invention améliore en outre avantageusement les propriétés de glissement et la résistance à l'abrasion du câble.

[0022] Selon une particularité de l'invention, la résine polymère est choisie parmi les résines acryliques, les résines alkydes, les résines polyuréthanes, les résines époxy, les résines phénoxy, les résines polyesters, les résines polyétherimides, ou un quelconque mélange de ces composés.

[0023] De préférence, la résine polymère est de type polyuréthane car ce type particulier de résine offre à ce jour le meilleur compromis en terme de propriétés thermomécaniques, de prix et de disponibilité commerciale.

[0024] De manière particulièrement avantageuse, la résine polymère est choisie réticulable, que ce soit thermiquement ou par rayonnement.

[0025] Selon une autre particularité de l'invention, la composition du vernis d'imprégnation dispose de moins de 10% d'agent tensioactif, et de préférence moins de 2%.

[0026] Conformément à une autre caractéristique avantageuse de l'invention, la composition du vernis d'imprégnation comporte en outre moins de 5% de solvant organique.

[0027] Pour des raisons essentiellement d'applicabilité et d'état de surface, il apparaît en effet souhaitable qu'une faible quantité de solvant organique soit présente avec l'eau au sein de la composition de vernis d'imprégnation. La phase organique peut être choisie de manière quelconque. On peut citer comme co-solvants organiques classiques les glycols, les cétones, les esters, les hydrocarbures. Elle peut consister en un solvant organique unique ou un mélange de ce type de composés.

[0028] Selon une autre particularité de l'invention, la composition du vernis d'imprégnation est en outre dotée d'au moins un constituant choisi parmi un agent de coloration tel qu'un pigment ou un colorant, un agent de mouillage destiné à permettre un bon étalement de la résine polymère, un agent de réticulation, un catalyseur de la réaction de réticulation, une charge ignifugeante, un stabilisant thermique ou antioxydant, un agent améliorant les propriétés à l'abrasion ou agent anti-abrasion, un agent améliorant les propriétés de glissement ou agent de glissement, un ajusteur de viscosité.

[0029] De manière particulièrement avantageuse, la viscosité du vernis d'imprégnation est comprise entre 50 et 20000mPas, et de préférence entre 100 et 2000mPas.

[0030] Conformément à une autre caractéristique avantageuse de l'invention, le poids de vernis d'imprégnation déposé est compris entre 1 et 100 g/m², et de préférence entre 10 et 40 g/m².

[0031] Selon une autre particularité de l'invention, le câble est en outre pourvu d'au moins un composant choisi parmi un bourrage, un écran, un ruban, un tube, un revêtement externe d'encapsulation.

[0032] L'invention concerne également un procédé d'imprégnation d'une couche de matière fibreuse de câble d'énergie et/ou de télécommunication. Ce procédé est remarquable en ce qu'il comporte les étapes consistant à:

- imprégner la couche de matière fibreuse avec un vernis d'imprégnation dont la composition est telle que précédemment définie,
- sécher le vernis d'imprégnation.

[0033] De préférence, l'étape d'imprégnation est réalisée en mettant en oeuvre une technique choisie parmi la pulvérisation et le trempage.

[0034] De manière particulièrement avantageuse, le procédé d'imprégnation peut comprendre en outre une étape consistant à réticuler le vernis d'imprégnation après l'étape de séchage.

[0035] Cette étape supplémentaire n'a bien évidemment de sens qu'à condition d'employer une résine réticulable. Il est à noter que dans le cas particulier de l'utilisation d'une résine thermoréticulable, la réticulation s'opère avantageusement de manière concomitante au séchage.

[0036] Selon une autre particularité de l'invention, le procédé d'imprégnation peut comporter une étape supplémentaire consistant à refroidir le câble imprégné et séché, et le cas échéant réticulé.

[0037] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront au cours de la description de l'exemple comparatif qui va suivre, ledit exemple étant donné à titre illustratif et nullement limitatif.

Exemple comparatif

[0038] L'exemple comparatif présente un double objectif. Le premier est de déterminer puis de comparer les propriétés thermomécaniques d'un vernis d'imprégnation conforme à l'invention, avec celles d'un vernis typique de l'état de la technique. Le second objectif de l'exemple comparatif consiste quant à lui à vérifier directement sur des câbles, le comportement des deux types de vernis en cas d'encapsulation desdits câbles par une résine polymère appliquée par imprégnation sous vide.

Préparation des vernis d'imprégnation

[0039] On prépare deux vernis d'imprégnation destinés à être utilisés pour protéger un même type de câble d'énergie et/ou de télécommunication doté d'une couche de matière fibreuse.

[0040] Ces vernis d'imprégnation sont réalisés à partir de compositions fondamentalement différentes, la composition A concernant une résine en base aqueuse selon l'invention, tandis que la composition B correspond à une résine en base solvant de l'art antérieur.

[0041] Le tableau 1 détaille les compositions précises des deux sortes de vernis, ainsi que les proportions exprimées en pourcentage de leurs différents constituants.

Tableau 1

	Composition A		Composition B	
Résine polymère	Polyuréthane	32,2	Diol	34,0
			Diisocyanate	9,5
Solvant aqueux	Eau	52,5	-	-
Solvant organique	N-méthyl-2-pyrrolidone	4,0	Acétate de butyle/éthyle	52
Agent tensioactif	2-diméthylamino -éthanol	0,8	-	-
Agent de mouillage		1,4		0,2
Catalyseur de réticulation		0,2		0,2
Préparation pigmentaire		9,0		9,0

[0042] On précise que la résine polymère de la composition A est un polyuréthane aliphatique autoréticulant, qui est commercialisé sous la marque "Bayhydrol VPLS 2153" par la société Bayer. Il s'agit d'une résine mono-composant, donc préformulée, qui contient un polyuréthane hydroxylé en mélange dans de l'eau avec un isocyanate bloqué par un groupement butanone oxime.

[0043] On observe à contrario que la résine polymère de la composition B se présente sous la forme d'une résine bi-composant dont les constituants sont à mélanger juste avant l'utilisation effective du vernis d'imprégnation. Dans le cas présent, la réaction entre le diol et le diisocyanate conduit à la formation d'une résine qui est là aussi un polyuréthane, à la différence près qu'il est ici en solution dans un solvant organique.

[0044] On note que l'agent de mouillage de la composition A dispose par ailleurs d'une fonction dispersante. Quoi qu'il en soit, il s'agit en l'occurrence d'un produit vendu sous la marque "Additol XL250" par la société Air Products.

[0045] Le catalyseur de réticulation de la composition A est quant à lui constitué par du Mercapto butyl étain, commercialisé sous le nom "Irgastab 17M" par la société Ciba.

[0046] La préparation pigmentaire de la composition A consiste en un produit vendu par la société Ciba sous la dénomination "Unisperse Red Oxyde R-S".

Préparation des échantillons de films

[0047] Le vernis A à base polyuréthane mono-composant en phase aqueuse, ainsi que le vernis référence B bi-composant en base solvant, sont ensuite mis en oeuvre sous forme de films afin d'obtenir des échantillons à même de

subir une série de tests destinés à évaluer leurs propriétés thermomécaniques.

[0048] Concrètement, après avoir été étalé en très fine couche, chaque vernis d'imprégnation est séché puis réticulé à l'étuve à une température de 140°C pendant 30 minutes, avant d'être caractérisé.

[0049] Bien évidemment les échantillons de films A et B obtenus, correspondent respectivement aux compositions A et B.

Propriétés thermomécaniques des vernis

[0050] Des analyses thermomécaniques sont alors conduites sur différents échantillons A et B, dans le but de déterminer les propriétés thermomécaniques des vernis d'imprégnation. On procède pour cela à des mesures d'extrait sec, à une analyse dynamique mécanique (DMA), à une analyse thermogravimétrique (ATG), à une détermination de modules d'Young, à des mesures de dureté Persoz, ainsi qu'à des mesures de coefficients de friction.

[0051] Les différents modes opératoires et autres conditions expérimentales sont les suivants:

- Extrait sec:

Les mesures de masses sont réalisées après 2h à 100°C, et exprimées en pourcentage sur 1 g de chaque échantillon testé.

- Analyse dynamique mécanique (DMA):

Elle est conduite au moyen d'une machine spécialisée de type "TA Instruments 2980" en montage dual cantilever, avec une gamme de température allant de -20 à +200°C et une vitesse de montée en température de 3°C/min, ainsi qu'avec une fréquence de sollicitation constante de 1Hz.

Après avoir mesuré régulièrement les modules mécaniques élastique G' et visqueux G'' de chaque échantillon au fur et à mesure de l'élévation de la température, on déduit classiquement la température de transition vitreuse (T_g) au maximum de $\tan\delta = G''/G'$.

- Analyse thermogravimétrique (ATG):

Elle est menée en utilisant une machine spécialisée de type "TA instruments Q500", avec une gamme de température allant de 30 à 400°C et une vitesse de montée en température de 10°C/min.

Concrètement, on mesure en permanence la masse de chaque échantillon au fur et à mesure que la température s'élève, et ce jusqu'à dégradation totale dudit échantillon. On déduit ensuite la température $T_{10\%}$ à laquelle on a perdu 10% de masse, température qui est représentative la stabilité thermique de l'échantillon.

- Mesures de module d'Young:

Les essais de traction sont effectués en mettant en oeuvre une machine de type "Zwick/Roell Z010". La précharge est de 0.1N @ 30mm/min, et la vitesse de test fixée à 100mm/min.

On mesure l'allongement à la rupture et la contrainte à la rupture de chaque échantillon, puis on détermine le module d'Young entre 0.5 et 1.5% d'allongement en faisant le rapport de la contrainte sur l'allongement.

- Dureté Persoz:

Le test est réalisé conformément à la norme NFT 30-016, avec un duromètre Persoz qui mesure le temps d'amortissement d'un pendule reposant sur l'échantillon à étudier par l'intermédiaire de deux billes d'acier.

La dureté, qui est exprimée en secondes, correspond au temps d'oscillation du pendule entre une position départ correspondant à une inclinaison initiale de 12° par rapport à la normale, et une position finale correspondant à une inclinaison de 4°. Plus le temps d'amortissement du pendule est élevé, plus la dureté du vernis est importante. Chaque mesure est effectuée sur un échantillon de film de 100µm d'épaisseur.

- Mesures de coefficients de friction:

Elles sont effectuées sur des échantillons de films de 300µm d'épaisseur selon la norme ISO8295. Pour chaque type d'échantillon, on mesure le coefficient de friction statique μ_s , ainsi que le coefficient de friction dynamique μ_d .

Le tableau 2 rassemble l'ensemble des résultats de ces différentes analyses.

Tableau 2

Echantillons	A	B
Extrait sec (%)	38	48
T_g (°C)	57	100
$T_{10\%}$ (°C)	280	310
Allongement à la rupture (%)	300 ± 50	3 ± 1
Contrainte à la rupture (MPa)	20 ± 5	35 ± 5
Module de Young (MPa)	220 ± 20	1500 ± 200

(suite)

Echantillons	A	B
Dureté Persoz (s)	60	250
Coefficient de friction dynamique μ_d	0,16	0,48
Coefficient de friction statique μ_s	0,10	0,30

La température de transition vitreuse T_g plus basse, le plus grand allongement à la rupture, la plus faible contrainte à la rupture, le module d'Young moins élevé, et la dureté Persoz moindre, sont autant de facteurs prouvant la meilleure flexibilité procurée par un vernis d'imprégnation selon l'invention ; le niveau de stabilité thermique demeurant quant à lui avantageusement quasi inchangé.

La diminution importante des valeurs des coefficients de friction démontre quant à elle la supériorité des propriétés de glissement offertes grâce à l'utilisation d'une résine polymère en base aqueuse conforme à l'invention.

Préparation des câbles imprégnés

[0052] On désire désormais vérifier directement sur un câble, le comportement de chaque type de vernis quand ce dernier est recouvert d'une résine d'encapsulation déposée par imprégnation sous vide. Pour cela, on procède dans un premier temps à la préparation de câbles imprégnés.

[0053] Schématiquement, cela consiste à appliquer des vernis d'imprégnation A et B sur un même type de câble d'énergie et/ou de télécommunication doté d'une couche de matière fibreuse, à sécher puis à réticuler le tout.

[0054] Il s'agit plus précisément d'un câble de raccordement flexible dont la tension nominale est 1.1 kV. Structuellement, il se compose d'un conducteur flexible en cuivre étamé de 16mm² de section, qui est isolé par un caoutchouc de silicone, le tout étant enveloppé par une tresse polyester de protection.

[0055] Chaque vernis d'imprégnation est appliqué par technique de trempage. Le séchage et la réticulation sont assurés par quatre fours électriques radiants qui sont disposés en série de telle sorte que la température s'élève progressivement de 300 à 350°C pour éviter tout problème de recuit. La vitesse de ligne est de 10m/min.

Encapsulation par imprégnation sous vide

[0056] Chaque tresse imprégnée par un vernis est sensée assurer au câble une protection à la fois mécanique, thermique et chimique, sans pour autant altérer ses propriétés de flexibilité. Pour contrôler la tenue de chacun de ces vernis d'imprégnation, on fait subir à chaque câble une encapsulation par imprégnation sous vide.

[0057] Le mode opératoire consiste schématiquement à faire sécher chaque câble, puis à réaliser sous vide l'application d'une résine d'encapsulation, et enfin à faire réticuler thermiquement ladite résine.

[0058] Concrètement, on prépare quatre échantillons de câbles C, D, E, F de 2m de longueur, dont les extrémités sont bouchées à l'aide d'une gomme silicone réticulée. Les échantillons C et D sont réalisés à partir de câbles de l'état de la technique puisque ces derniers sont imprégnés avec le vernis B, tandis que les échantillons E et F sont issus de câbles conformes à l'invention étant donné qu'ils sont imprégnés avec le vernis A.

[0059] Deux résines d'encapsulation distinctes sont employées avec chaque type de câble, à savoir une résine époxy sans solvant et un polyesterimide dans un solvant styrène. La résine époxy est associée aux câbles C et E, tandis que le polyesterimide est réservé aux câbles D et F.

[0060] Pour chaque câble C, D, E et F, l'opération d'encapsulation débute par une étape de séchage de 6 heures dans une étuve maintenue à 120°C.

[0061] Chaque câble C, D, E et F est ensuite placé dans un autoclave où il est soumis au vide pendant 2 heures à une pression constante de 0,5mbar.

[0062] L'étape d'application sous vide de la résine se déroule toujours à l'intérieur de l'autoclave. Elle est accomplie en mettant en oeuvre deux cycles vide/pression dans lesquels seule la pression pendant la phase de vide constitue une variable qui est fonction de la nature de la résine d'encapsulation choisie, les autres paramètres restant constants.

[0063] L'étape de réticulation thermique qui intervient au final, s'opère quant à elle à nouveau dans une étuve. La température est là aussi fonction de la nature de la résine d'encapsulation choisie, la durée demeurant constante.

[0064] Le tableau 3 regroupe les différents paramètres d'essais pour les quatre échantillons de câbles C, D, E et F.

EP 1 801 817 A1

Tableau 3

Câbles	C	D	E	F
Vernis imprégnation	B	B	A	A
Résine encapsulation	Epoxy sans solvant	Polyester-imide dans styrène	Epoxy sans solvant	Polyester-imide dans styrène
Séchage	6h 120°C	6h 120°C	6h 120°C	6h 120°C
Mise sous vide	2h 0,5mbar	2h 0,5mbar	2h 0,5mbar	2h 0,5mbar
Application avec 2 cycles vide/pression	vide 1h 2-5mbar	vide 1h 15-20mbar	vide 1h 2-5mbar	vide 1h 15-20mbar
	pression 2h à 4bar	pression 2h à 4bar	pression 2h à 4bar	pression 2h à 4bar
Réticulation	8h 170°C	8h 130°C	8h 170°C	8h 130°C

Tenue des vernis sous résine d'encapsulation

[0065] Afin de pouvoir évaluer les résistances chimique et mécanique des deux types de vernis d'imprégnation en fonction de la nature de la résine d'encapsulation associée, on procède à une série de contrôles directement après l'opération d'encapsulation par imprégnation sous vide.

[0066] Ces contrôles consistent pour chaque échantillon de câbles C, D, E, F, à mesurer le gonflement de l'isolant, à vérifier l'éventuelle présence de craquelures au niveau du vernis d'imprégnation, ainsi qu'à quantifier la résistance d'isolement après 30 min dans l'eau à 20°C sous 500V pendant 1 min.

[0067] Le tableau 4 rassemble l'ensemble des résultats concernant ces contrôles.

Tableau 4

Câbles	C	D	E	F
Gonflement de l'isolant	+1,00%	+1,20%	+1,72%	+1,34%
Craquelure du vernis	aucune	aucune	aucune	aucune
Résistance d'isolement (MOhm.cm)	6,26×10E8	3,11×10E7	2,78×10E8	6,80×10E7

[0068] On observe ici que les résultats sont sensiblement équivalents entre les quatre types d'échantillons de câbles C, D, E, F. Cela signifie tout d'abord que l'utilisation d'un vernis d'imprégnation conforme à l'invention ne remet aucunement en cause les propriétés thermomécaniques d'un câble imprégné même si ce dernier doit être recouvert d'une résine d'encapsulation. Mais cela veut également dire que la présence d'un tel vernis d'imprégnation permet de préserver l'intégrité du silicone, et donc ses propriétés isolantes.

Revendications

1. Câble d'énergie et/ou de télécommunication comportant une couche de matière fibreuse recouverte d'un vernis d'imprégnation, **caractérisé en ce que** le vernis d'imprégnation est issu d'une composition comprenant une résine polymère, de l'eau, ainsi qu'un agent tensioactif.
2. Câble selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la résine polymère est choisie parmi les résines acryliques, les résines alkydes, les résines polyuréthanes, les résines époxy, les résines phénoxy, les résines polyester, les résines polyesterimides, ou un quelconque mélange de ces composés.
3. Câble selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** la résine polymère est constituée par une résine polyuréthane.
4. Câble selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** la résine polymère est réticulable.
5. Câble selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, **caractérisé en ce que** la composition du vernis d'imprégnation comporte moins de 10% d'agent tensioactif, et de préférence moins de 2%.

EP 1 801 817 A1

6. Câble selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** la composition du vernis d'imprégnation comporte en outre moins de 5% de solvant organique.
- 5 7. Câble selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, **caractérisé en ce que** la composition du vernis d'imprégnation comporte en outre au moins un constituant choisi parmi un agent de coloration, un agent de mouillage, un agent de réticulation, un catalyseur de réticulation, une charge ignifugeante, un stabilisant thermique, un agent anti-abrasion, un agent de glissement, un ajusteur de viscosité.
- 10 8. Câble selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé en ce que** le vernis d'imprégnation présente une viscosité comprise entre 50 et 20000mPas, et de préférence entre 100 et 2000mPas.
9. Câble selon l'une quelconque des revendications 1 à 8, **caractérisé en ce que** le poids de vernis d'imprégnation déposé est compris entre 1 et 100 g/m², et de préférence entre 10 et 40 g/m².
- 15 10. Câble selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, **caractérisé en ce qu'il** comporte en outre au moins un composant choisi parmi un bourrage, un écran, un ruban, un tube, un revêtement externe d'encapsulation.
- 20 11. Procédé d'imprégnation d'une couche de matière fibreuse de câble d'énergie et/ou de télécommunication, **caractérisé en ce qu'il** comporte les étapes consistant à:
- imprégner la couche de matière fibreuse avec un vernis d'imprégnation dont la composition est conforme aux revendications 1 à 10,
 - sécher le vernis d'imprégnation.
- 25 12. Procédé d'imprégnation selon la revendication 11, **caractérisé en ce que** l'étape d'imprégnation est réalisée en mettant en oeuvre une technique choisie parmi la pulvérisation et le trempage.
- 30 13. Procédé d'imprégnation selon l'une des revendications 11 ou 12, **caractérisé en ce qu'il** comporte en outre une étape supplémentaire consistant à réticuler le vernis d'imprégnation après séchage.
- 35 14. Procédé d'imprégnation selon l'une des revendications 11 à 13, **caractérisé en ce qu'il** comporte en outre une étape supplémentaire consistant à refroidir le câble imprégné et séché, et le cas échéant réticulé.
- 40
- 45
- 50
- 55



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 06 30 1242

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	GB 576 511 A (SHARDLOW ELECTRIC WIRES LIMITED; FRANCIS GEORGE HARGREAVES) 8 avril 1946 (1946-04-08) * le document en entier *	1-14	INV. H01B7/18 H01B3/47 H01B7/02
X	US 4 034 153 A (ANDRES ET AL) 5 juillet 1977 (1977-07-05) * colonne 1, ligne 66 - colonne 2, ligne 15 * * colonne 2, ligne 32 - ligne 53 * * colonne 3, ligne 3 - ligne 15 *	1-14	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2003, no. 12, 5 décembre 2003 (2003-12-05) & JP 2004 307849 A (MITSUI CHEMICALS INC), 4 novembre 2004 (2004-11-04) * abrégé *	1,11	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			H01B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche La Haye		Date d'achèvement de la recherche 14 mai 2007	Examineur Stinchcombe, John
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	

4
EPO FORM 1503 03.92 (P04C02)

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

EP 06 30 1242

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.

14-05-2007

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
GB 576511 A	08-04-1946	AUCUN	
US 4034153 A	05-07-1977	BR 7505273 A	10-08-1976
		CA 1027649 A1	07-03-1978
		CS 207705 B2	31-08-1981
		DD 122441 A5	05-10-1976
		DE 2551568 A1	20-05-1976
		DK 516575 A	19-05-1976
		ES 442750 A1	16-04-1977
		FI 753229 A	19-05-1976
		FR 2291585 A1	11-06-1976
		GB 1486355 A	21-09-1977
		HU 171361 B	28-12-1977
		IN 141403 A1	26-02-1977
		IT 1050901 B	20-03-1981
		JP 51092081 A	12-08-1976
		NL 7513415 A	20-05-1976
		NO 753851 A	19-05-1976
		PL 100140 B1	30-09-1978
		RO 72630 A1	30-04-1981
		SE 7512895 A	19-05-1976
		YU 291575 A1	31-05-1982
JP 2004307849 A	04-11-2004	AUCUN	

EPO FORM P0460

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