



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 073 066 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
31.01.2001 Bulletin 2001/05

(51) Int Cl.7: **H01B 3/44**, H01B 7/29,
H01B 13/06

(21) Numéro de dépôt: **00402095.4**

(22) Date de dépôt: **21.07.2000**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorité: **26.07.1999 FR 9909680**

(71) Demandeur: **SAGEM SA**
75116 Paris (FR)

(72) Inventeurs:
• **Charles, Fabien**
75013 Paris (FR)

• **Poisson, Bernard**
75013 Paris (FR)
• **Sanchez, Patrick**
75013 Paris (FR)
• **Szymoniak, Rudi**
75013 Paris (FR)

(74) Mandataire: **Fort, Jacques**
CABINET PLASSERAUD
84, rue d'Amsterdam
75440 Paris Cedex 09 (FR)

(54) **Cable multi-conducteurs et procédé de fabrication d'un tel cable**

(57) Le câble électrique souple multi-conducteurs a un faisceau de plusieurs conducteurs munis chacun d'une isolation individuelle, en polymère réticulé de type

(co)polymère d'oléfine modifié par greffage de silane et une gaine interne en matériau synthétique souple. La gaine interne est recouverte d'une gaine externe en élastomère fortement réticulé.

EP 1 073 066 A1

Description

[0001] La présente invention concerne les câbles de distribution d'électricité comportant plusieurs conducteurs munis chacun d'une isolation et regroupés dans une gaine externe de protection. Pour beaucoup d'applications de tels câbles doivent présenter à la fois des propriétés qui pour certaines sont peu conciliables, telles qu'une résistance élevée aux contraintes mécaniques en traction, compression et/ou pliage, une résistance élevée à l'abrasion et une souplesse permettant une manipulation aisée. Des applications particulières requièrent de plus d'autres qualités telles que la résistance au feu et aux agressions chimiques.

[0002] Pour les câbles qui ne sont soumis qu'à des conditions peu sévères, on peut utiliser une gaine externe en un matériau thermoplastique peu coûteux, tel que le chlorure de polyvinyle ou PVC. Les propriétés de ce matériau sont insuffisantes pour des sollicitations élevées. On peut utiliser dans ce cas une gaine externe en un matériau tel que le polyuréthane, élastomère très performant mais qui a l'inconvénient d'un prix beaucoup plus élevé. On peut également utiliser des élastomères, tels que le caoutchouc nitrile, le néoprène et le polyéthylène chloré. Ils doivent être réticulés par passage dans un tube où règnent la température et la pression élevées nécessaires pour réticuler la gaine. Mais la fabrication est alors complexe et il faut, dans ce cas, utiliser des isolations présentant également de hauts degrés de réticulation.

[0003] Dans ce dernier cas, le processus de fabrication comprend la formation de l'isolation des conducteurs par réticulation d'élastomères tels que des (co)polymères de type oléfine (EPR, EPDM, polychloroprène par exemple) dans un tube de vulcanisation continue en vapeur d'eau sous haute pression et à haute température, puis la formation d'un assemblage torsadé et enfin le revêtement par une gaine externe formée par extrusion et réticulation dans un tube à vulcaniser. La fabrication d'un câble ayant de telles isolations et une gaine externe épaisse est coûteuse.

[0004] On connaît par ailleurs des procédés de réticulation moins onéreux et plus rapides que le passage dans la vapeur d'eau à haute température. On connaît en particulier des procédés à mise en oeuvre thermoplastique par greffage de silane sur un (co)polymère de type oléfine puis réticulation en présence d'humidité. Mais ces procédés ne permettent d'arriver qu'à un degré de réticulation limité. Si en conséquence on tente de réaliser l'isolation des conducteurs par ce procédé avant de les revêtir d'une gaine externe réticulée par vulcanisation à température élevée, la pression de la vapeur d'eau à cette température (habituellement une vingtaine de bars) déforme les isolants en appui les uns contre les autres et décentre les conducteurs, d'où une dégradation de l'isolement.

[0005] On connaît également (US-A-4549041) un câble dont la constitution comporte une composition réticulée destinée à retarder la destruction par la flamme. Ce câble comporte un faisceau de plusieurs conducteurs munis chacun d'une isolation individuelle qui contient notamment un copolymère d'oléfine réticulé par greffage de silane et une gaine externe qui peut être constituée du même matériau que les isolations. Une série de revêtements sépare un bourrage entourant les conducteurs isolés de la gaine externe. La gaine externe, étant constituée du même matériau que les isolations, ne peut être regardée comme *"fortement réticulée"*, c'est-à-dire présentant une réticulation comparable à celle obtenue sous pression et à température élevées (par ex. 200°C et 20 bars). Il n'y a pas de gaine interne en matériau synthétique souple. Les divers rubans constituant les revêtements ont tous des propriétés qu'on ne peut pas considérer comme celles d'un matériau synthétique souple.

[0006] La présente invention vise notamment à fournir un câble du type ci-dessus défini répondant mieux que ceux antérieurement connus aux exigences de la pratique, notamment en ce qu'il permet de concilier un mode de fabrication économique de l'isolation, avec une gaine présentant une résistance élevée aux agressions extérieures et une souplesse facilitant l'emploi du câble.

[0007] Dans ce but l'invention propose un câble multi-conducteurs suivant la revendication 1.

[0008] Les termes « fortement réticulé » doivent être compris comme signifiant un degré de réticulation comparable à celui que l'on obtient par vulcanisation en atmosphère de vapeur d'eau à pression et température élevées.

[0009] La gaine interne permet dans un premier temps de maintenir les conducteurs torsadés de façon alternée (dite en SZ), puisqu'elle est disposée dès l'assemblage. Ensuite elle participe à la résistance à l'effort de traction que l'on doit faire subir à l'assemblage pour le maintenir tendu dans le tube de réticulation. Elle tend à uniformiser la pression exercée par la pression de vapeur sur les isolations et évite le décentrage des conducteurs. Elle permet de réduire l'épaisseur de la gaine externe et en conséquence d'augmenter la vitesse de défilement dans le tube de réticulation.

[0010] La constitution décrite ci-dessus est utilisable aussi bien pour les câbles à basse tension (jusqu'à 1kV) que pour les câbles à moyenne tension et les câbles à haute tension, avec simplement des épaisseurs différentes.

[0011] Suivant d'autres aspects de l'invention, il est prévu un câble multi-conducteurs suivant la revendication 2 et un procédé de fabrication suivant la revendication 3.

[0012] La réticulation de la gaine externe est avantageusement effectuée dans un tube de vulcanisation continue. La gaine interne est avantageusement en matériau thermoplastique; mieux, elle aussi est en (co)polymère d'oléfine modifié par greffage de silane ou dans le même matériau que la gaine externe.

[0013] Pour l'isolation les (co)polymère peut notamment être choisis dans le groupe constitué par :

- les polyéthylènes, en abrégé PE,
- les EPR (caoutchouc d'éthylène-propylène),
- les EPDM (éthylène-propylène diène monomère)
- les EVA (éthylène-vinyl-acétates),
- les EBA (éthylène-butyl-acrylates),
- les EEA (éthylène-éthyl-acrylates),
- les VLDPE (ou élastomères polyoléfine),
- et leurs mélanges.

[0014] Le silane utilisé sera d'un type qui réagit avec les copolymères de type oléfine. Le plus souvent le silane répondra en général à la formule $R1 - Si - (R2)_3$ où :

- R1 désigne un radical ayant au moins une double liaison, par exemple de type vinylique, allylique, isopropylique ou acrylique,
- R2 désigne un groupe hydrolysable, par exemple méthoxy, ethoxy ou methoxy-ethoxy .

[0015] A titre d'exemples de silane utilisables, on peut citer le vinyltriméthoxy silane, le vinyltriéthoxysilane, le γ méthacryloxypropyltriméthoxysilane, le vinyltriméthoxyéthoxysilane.

[0016] L'isolation en polymère réticulé par greffage de silane peut être réalisée par divers procédé ; on peut en particulier la réaliser en une ou deux phases.

[0017] Dans le procédé une phase, le produit de départ est un polymère ou un mélange de polymères de type oléfinique tel que défini plus haut. Sur le polymère ou les polymères on greffe, par l'intermédiaire d'un peroxyde, un silane en présence d'un catalyseur. Ce catalyseur peut être l'un de ceux couramment utilisés, et notamment le dibutyl dilaurate d'étain. Le peroxyde peut être l'un de ceux couramment utilisés.

[0018] L'opération de greffage peut alors être effectuée dans une extrudeuse à tête d'équerre, qu'on alimente en granulés de polymères et dans laquelle on injecte la faible teneur requise de peroxyde, de silane et de catalyseur. L'extrudeuse met en forme le polymère sur le conducteur, à une température qui peut être d'environ 200°C pour permettre le greffage du silane sur le polymère. Le produit qui sort de l'extrudeuse comporte une isolation qui réticule ensuite en présence d'humidité.

[0019] Dans le procédé deux phases, le greffage total ou partiel du polymère est effectué dans un réacteur continu ou discontinu, qu'on alimente en granulés de polymère, en silane et en peroxyde.

[0020] Le polymère greffé est alors chargé dans une extrudeuse et on y ajoute le catalyseur, par exemple sous forme d'un mélange maître. Comme dans le cas précédent, l'isolation est mise en forme par extrusion.

[0021] Dans les deux cas, on peut ajouter différents additifs, qui dépendent des conditions d'emploi envisagées. Ces additifs peuvent notamment être des charges minérales, comme la craie ou la silice. Il peut s'agir d'agents anti-oxydation, d'amélioration de la résistance aux ultra-violets, de coloration.

[0022] Les silanes utilisés pourront notamment être ceux dont le radical R1 se prête particulièrement à la fixation sur le polymère constitutif de la gaine, tandis que le radical R2 sera choisi de façon à favoriser la condensation du silane, donc la réticulation du polymère après extrusion.

Parmi les silanes utilisables, on peut notamment citer les suivants :

- vinyltriméthoxy silane,
- vinyltriéthoxy silane,
- vinyl tris(2 méthoxy) silane,
- gammaméthacryloxypropyltriméthoxy silane, et
- leurs mélanges.

[0023] L'opération suivante consiste à toronner les conducteurs revêtus de leur isolation pour constituer un assemblage. Il est avantageux de mettre en oeuvre un procédé qu'on qualifie de SZ, du fait qu'il associe un enroulement en hélice dans un premier sens à un enroulement de sens contraire, autorisant une constitution rapide de l'assemblage. Un tel procédé est décrit dans le brevet français 2 532 464 auquel on pourra se reporter. Si un tel assemblage est utilisé, il est suivi immédiatement de réalisation d'une gaine interne qui bloque l'assemblage. Cette gaine interne est en matériau synthétique souple, généralement thermoplastique et son épaisseur est suffisante pour que sa surface extérieure soit sensiblement cylindrique en dépit de la section irrégulière de l'assemblage. Enfin la gaine externe est constituée. Elle peut être beaucoup plus mince qu'une gaine unique, ce qui permet un passage beaucoup plus rapide dans un tube à vulcaniser et en conséquence une fabrication plus rapide.

[0024] On combine ainsi les avantages de la vitesse d'extrusion élevée qu'autorise la réticulation au silane et les caractéristiques favorables (résistances mécanique et chimique, souplesse, résistance à l'abrasion) que procure la

gaine externe réticulée par le procédé continu traditionnel.

[0025] Les résultats obtenus sont confirmés par des essais comparatifs.

Exemple témoin 1 : fabrication classique

[0026] Les conducteurs sont isolés par extrusion de matériau à base EPR contenant un peroxyde de type dicumyle et vulcanisation continue dans un tube alimenté en vapeur surchauffée à 210°C sous 20 Mpa, à 275 m/min. Les conducteurs isolés sont réunis en assemblages de trois sur assembleuse à lyre, à environ 50 m/min. L'assemblage est gainé par extrusion de NBR/PVC (caoutchouc nitrile) avec accélérateur peroxyde et réticulation dans les mêmes conditions que l'isolation, mais à une vitesse de 75 m/min.

Exemple témoin 2 : remplacement de la réticulation en continu de l'isolation par une réticulation silane

[0027] Le procédé est le même que pour l'exemple 1, sauf en ce qui concerne la constitution de l'isolation. Les isolations sont déformées au point que les conducteurs sont décentrés et que le câble n'est pas utilisable commercialement.

Exemple 1 : câble à isolation par réticulation silane, avec gaine interne

[0028] Un câble à trois conducteurs de 1,5 mm² de section a été constitué par : Isolation par procédé silane, à une vitesse de 900 /min,

réalisation classique d'un assemblage, par toronnage sur assembleuse à lyre,
gainage interne en matériau thermoplastique ou à réticulation par silane, d'épaisseur minimale pour obtenir une surface externe régulière,
gainage externe réticulée au peroxyde, de façon classique, mais plus mince.

[0029] Les propriétés du câble obtenues sont équivalentes à celles de l'exemple témoin 1 et les isolations ne sont pas déformées.

Exemple 2 : câble à isolation par réticulation silane, avec gaine interne

[0030] Cet exemple diffère du précédent en ce que l'isolation est en deux couches polyoléfine dont une au moins réticulée par silane, à une vitesse de 900m/mn. L'assemblage de type SZ est suivi, sur une même ligne, de la mise en place de la première gaine, à une vitesse de 150 m/mn. Le gainage final est classique, mais avec une épaisseur réduite, à 105 m/mn. De nouveau les isolations ne sont pas déformées.

[0031] De façon plus générale, l'invention permet de diminuer considérablement le temps de fabrication, sans effet défavorable sur les caractéristiques finales.

[0032] Les vitesses de passage dans les appareils d'extrusion et de réticulation sont typiquement dans les plages suivantes :

	Procédé classique	Invention
Isolation	200-400 m/min	600-1100 m/min
Assemblage	40-100 m/min (toronnage classique)	150-500 m/min (toronnage SZ)
Gainage externe	60-100 m/mn	75-120 m/min

Revendications

1. Câble électrique multi-conducteurs ayant :

- un faisceau de plusieurs conducteurs munis chacun d'une isolation individuelle, et
- une gaine de protection bloquant les conducteurs,

caractérisé en ce que chaque isolation est en polymère de type (co)polymère d'oléfine réticulé par greffage de silane, en ce que les conducteurs, torsadés sous forme d'un assemblage, sont noyés dans une gaine interne en matériau synthétique souple contenue dans une gaine externe est en élastomère fortement réticulé pour constituer

la gaine de protection.

2. Câble multi-conducteurs ayant :

- 5 - un faisceau de plusieurs conducteurs munis chacun d'une isolation individuelle en polymère réticulé, torsadés de façon alternée en SZ sous forme d'un assemblage,
- une gaine interne en matériau synthétique souple enrobant le faisceau,
- et une gaine externe de protection en élastomère fortement réticulé.

10 **3.** Procédé de fabrication de câble électrique multi-conducteurs, suivant lequel :

- on munit des conducteurs d'une isolation individuelle, en polymère réticulé de type (co)polymère d'oléfine modifié par greffage de silane,
- on constitue un assemblage de plusieurs conducteurs isolés, torsadés de façon alternée,
- 15 - on noie l'assemblage de conducteurs isolés dans une gaine interne en matériau synthétique souple, et
- on recouvre la gaine interne d'une gaine externe de protection en élastomère fortement réticulé.

20 **4.** Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce qu'on effectue la réticulation de la gaine externe dans un tube de vulcanisation continu.

5. Procédé selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que la gaine interne est en matériau thermoplastique ou en (co)polymère d'oléfine réticulé par greffage de silane.

25 **6.** Procédé selon la revendication 5, caractérisé en ce que le silane répond à la formule $R1 - Si - (R2)_3$ où :

- R1 désigne un radical ayant au moins une double liaison, par exemple de type vinylique, allylique, isopropylique ou acrylique,
- R2 désigne un groupe hydrolysable, par exemple méthoxy, ethoxy ou methoxy-ethoxy .

30 **7.** Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 à 6, caractérisé en ce que le (co)polymère est choisi dans le groupe constitué par :

- les polyéthylènes,
- les EPR (caoutchouc d'éthylène-propylène),
- 35 - les EPDM (éthylène-propylène diène monomère)
- les EVA (éthylène-vinyl-acétates),
- les EBA (éthylène-butyl-acrylates),
- les EEA (éthylène-éthyl-acrylates),
- 40 - les VLDPE (ou élastomères polyoléfine)

8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 à 7, caractérisé en ce que la gaine externe est constituée par réticulation au peroxyde.

45 **9.** Procédé selon l'une quelconque des revendications 3 à 8, caractérisé en ce que la gaine interne est constituée en matériau thermoplastique ou à réticulation par silane.

50

55



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 00 40 2095

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.7)
X	US 4 549 041 A (SHINGO YOSHIOKI ET AL) 22 octobre 1985 (1985-10-22)	1,3,5-7	H01B3/44
A	* colonne 5, ligne 32 - colonne 6, ligne 57; figures 1-3 *	2	H01B7/29
	---		H01B13/06
A	EP 0 824 257 A (ALCATEL CABLE) 18 février 1998 (1998-02-18) * le document en entier *	1-9	

A	EP 0 440 118 A (FUJIKURA LTD) 7 août 1991 (1991-08-07) * le document en entier *	1-9	

A	WO 98 02889 A (ELECTROLUX AB ; TORNMALM GUNNAR (SE)) 22 janvier 1998 (1998-01-22) * le document en entier *	1-9	

A	EP 0 731 474 A (KERTSCHER S A E) 11 septembre 1996 (1996-09-11) * le document en entier *	2	

			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.7)
			H01B
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
LA HAYE		23 octobre 2000	Shade, M
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	

EPO FORM 1503 03/82 (P04C02)

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

EP 00 40 2095

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.

23-10-2000

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4549041 A	22-10-1985	JP 60189114 A	26-09-1985
		JP 60101129 A	05-06-1985
		CA 1218482 A	24-02-1987
		GB 2156825 A,B	16-10-1985
		HK 77888 A	30-09-1988
		KR 9306208 B	09-07-1993
		SG 17288 G	30-09-1988
EP 0824257 A	18-02-1998	FR 2752326 A	13-02-1998
		FR 2755291 A	30-04-1998
EP 0440118 A	07-08-1991	JP 2998138 B	11-01-2000
		JP 3226912 A	07-10-1991
		CA 2035245 A,C	01-08-1991
		EP 0712139 A	15-05-1996
		NO 910334 A	01-08-1991
		NO 982793 A	01-08-1991
		US 5358786 A	25-10-1994
		US 5521009 A	28-05-1996
		JP 5012924 A	22-01-1993
WO 9802889 A	22-01-1998	SE 506975 C	09-03-1998
		AU 3712597 A	09-02-1998
		EP 0910855 A	28-04-1999
		SE 9602763 A	13-01-1998
EP 0731474 A	11-09-1996	FR 2731551 A	13-09-1996

EPO FORM P0460

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