

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

(21)

N° 81 02919

(54) Procédé de préparation de câbles d'allumage sous haute tension à faible capacité électrostatique.

(51) Classification internationale (Int. Cl. ³). H 01 B 11/06, 9/02.

(22) Date de dépôt..... 13 février 1981.

(33) (32) (31) Priorité revendiquée : Japon, 13 février 1980, n° 17114/80.

(41) Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 33 du 14-8-1981.

(71) Déposant : Société dite : SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD. et Société dite : NIP-
PONDENSO CO., LTD., résidant au Japon.

(72) Invention de : Yoshimi Miyamoto, Yasuo Toriumi et Keiichi Kojima.

(73) Titulaire : *Idem* (71)

(74) Mandataire : Cabinet Beau de Loménie,
55, rue d'Amsterdam, 75008 Paris.

La présente invention concerne un procédé de préparation de câbles d'allumage sous haute tension (désigné ci-après par l'expression "câble d'allumage") qui est utilisé pour supprimer les interférences radioélectriques produites par l'allumage électrique d'un moteur à combustion interne d'une voiture automobile par exemple.

Lorsque des substances conductrices, comme du sel (destinées par exemple à empêcher le verglas sur les routes dans une contrée froide), de la boue, etc., se fixent à la surface externe de la gaine du câble d'allumage, de sorte que son impédance par rapport au potentiel de la terre s'abaisse, le courant de charge s'échappe en fonction de la capacité électrostatique existant entre une âme productrice d'une certaine résistivité (que l'on appellera "âme" par abréviation) et la surface externe de la gaine.

Ainsi, lorsque la capacité électrostatique s'accroît, la tension d'allumage tend à diminuer, l'allumage devenant alors médiocre. Pour éliminer ces défaillances de l'allumage, il est nécessaire d'utiliser un câble d'allumage dont la capacité électrostatique est de 80 pF/m ou moins.

Une manière d'abaisser la capacité électrostatique consiste à augmenter le diamètre externe du câble d'allumage. Toutefois, puisque le diamètre externe du câble d'allumage est ordinairement d'environ 7 à 8 mm, une telle augmentation n'est pas souhaitable, car, alors, le câble d'allumage obtenu cesse d'être interchangeable avec les câbles classiques, il occupe plus de place.

Pour abaisser la capacité électrostatique tout en maintenant constant le diamètre externe, il est nécessaire de réduire le diamètre extérieur de l'âme. Toutefois, divers problèmes surviennent lorsqu'on se contente de simplement réduire le diamètre extérieur de l'âme de la technique antérieure.

Jusqu'ici, on a utilisé des faisceaux de fibres de verre comme élément de tension constituant l'âme. Lorsqu'on réduit le diamètre de l'âme préparée au moyen du faisceau de fibres de verre afin d'abaisser la capacité électrostatique du câble d'allumage, celle-ci peut se couper pendant la formation, par extrusion ou vulcanisation, de la couche isolante, de la gaine protectrice, etc. Ceci rend difficile la production à l'échelle commerciale d'un tel câble d'allumage.

L'emploi d'un faisceau de fibres de polyamide aromatique à forte résistance mécanique comme élément de tension de l'âme évite les défauts indiqués ci-dessus pour le faisceau de fibres de verre, si bien qu'un câble d'allumage ayant une faible capacité électrostatique, d'environ 80 pF/m, peut être obtenu.

Il est toutefois apparu que le câble d'allumage à faible capacité électrostatique ainsi obtenu présentait l'inconvénient d'un manque de stabilité de son aptitude à supporter la haute tension, ainsi que d'une insuffisance de durabilité en service long et répété.

L'invention a pour objet de proposer un procédé permettant de préparer un câble d'allumage qui possède une capacité électrostatique suffisamment basse.

Un autre but de l'invention est de proposer un procédé permettant de préparer un câble d'allumage possédant une capacité électrostatique suffisamment basse et une aptitude excellente à supporter la haute tension, ce câble étant produit sur la base de la découverte selon laquelle, lorsqu'on prépare une couche isolante au moyen d'une résine de polyoléfine et qu'on l'irradie à l'aide d'un faisceau électronique, on améliore l'aptitude à supporter la haute tension.

Ainsi, selon l'invention, il est proposé un procédé permettant de préparer un câble d'allumage sous haute tension possédant une faible capacité électrostatique et comportant une âme formée d'un conducteur résistant, une couche isolante et une couche formant une gaine, ce procédé comprenant les opérations qui consistent à préparer une âme conductrice résistante comportant un élément de tension constitué d'un faisceau de fibres et un matériau semi-conducteur disposé au moins sur la surface circonférentielle de celui-ci, à déposer par extrusion une résine de polyoléfine à la surface circonférentielle de l'âme conductrice résistante afin de former une couche isolante, à irradier la couche isolante à l'aide d'un faisceau électronique afin d'effectuer la réticulation de la résine, à déposer par extrusion une résine de polyoléfine sans prévoir une couche de renforcement ou après avoir mis en place une couche de renforcement sur l'isolant réticulé afin de constituer la gaine, et à irradier la gaine à l'aide d'un faisceau électronique.

Selon un mode de réalisation préféré, l'invention propose un procédé permettant de préparer un câble d'allumage sous haute tension possédant une faible capacité électrostatique, où la résine de polyoléfine utilisée dans la couche isolante est un mélange
5 polymère de polyéthylène et d'une résine de polyoléfine non cristalline.

Selon un autre mode de réalisation préféré, l'invention propose un procédé permettant de préparer un câble d'allumage possédant une faible capacité électrostatique où on prépare l'âme
10 conductrice résistante en faisant déposer par extrusion le matériau semi-conducteur sur la surface circonférentielle de l'élément de tension qui est constitué d'un faisceau de fibres de polyamide aromatique, l'âme achevée devant avoir un diamètre extérieur de 1,2 mm ou moins.

15 La description suivante, conçue à titre d'illustration de l'invention, vise à donner une meilleure compréhension de ses caractéristiques et avantages ; elle s'appuie sur les dessins annexés, parmi lesquels :

la figure 1 est une vue en perspective d'un câble
20 d'allumage sous haute tension possédant une faible capacité électrostatique qui présente une structure générale à laquelle le procédé de l'invention peut être appliqué ; et

la figure 2 est une représentation schématique d'un appareil destiné à être utilisé dans un essai de résistance à la
25 tension d'une bobine d'allumage.

Pour supprimer les interférences radioélectriques produites par une décharge d'allumage, il faut que l'âme du câble d'allumage ait une résistance électrique d'environ 16 kohms/m. Par conséquent, de façon générale, il est généralement fait appel à une âme
30 ayant un diamètre d'environ 1,8 mm, que l'on prépare en imprégnant un faisceau de fibres de verre au moyen d'une peinture au carbone.

Lorsqu'on réduit le diamètre de l'âme préparée au moyen du faisceau de fibres de verre afin d'abaisser la capacité électrostatique du câble d'allumage, l'âme peut se couper pendant la forma-
35 tion, par extrusion ou vulcanisation, de la couche isolante, de la gaine, etc. Ceci rend difficile la production commerciale d'un tel câble d'allumage.

Il est possible de surmonter le défaut résultant de l'emploi de faisceaux de fibres de verre en utilisant un faisceau de fibres de polyamide aromatique à forte résistance mécanique comme élément de tension de l'âme. Par exemple, comme cela est illustré

5 sur la figure 1, lorsqu'on imprègne un faisceau 1 de fibres de polyamide aromatique de 1 500 deniers constitué par exemple de "Kevlar" (marque déposée de DuPont de Nemours) au moyen d'une peinture au carbone 2 afin de former un âme ayant un diamètre extérieur compris entre 0,9 et 1,2 mm et en plaçant sur l'âme ainsi obtenue une couche

10 isolante 3 comprenant un produit de réticulation d'une composition constituée de polyéthylène et d'un polymère d'oléfine non cristalline, une tresse de verre 4, et une gaine 5 en caoutchouc d'éthylène-propylène (soit caoutchouc EP) ou en caoutchouc de silicone, dans cet ordre, on peut obtenir un câble d'allumage ayant une faible capacité

15 électrostatique, d'environ 80 pF/m. Pour obtenir une capacité électrostatique aussi faible que 80 pF/m, ou moins, il est nécessaire de réduire le diamètre externe de l'âme jusqu'à 1,2 mm, ou moins.

Il a toutefois été découvert que le câble d'allumage à faible capacité électrostatique ainsi obtenu présentait l'inconvénient d'être instable dans son aptitude à supporter la haute tension et d'avoir une durée insuffisante en service prolongé et répété.

Ainsi, si on effectue un essai de résistance à la tension d'une bobine d'allumage, au cours duquel on applique à répétition une tension maximale de 30 kV au moyen d'une bobine d'allumage, on constate qu'un

25 semblable câble d'allumage présente une médiocre aptitude à supporter la haute tension.

A la suite de longues recherches visant à améliorer l'aptitude à supporter la haute tension, il a été découvert que le fait de faire appel à une irradiation à l'aide d'un faisceau électronique au moment de la réticulation de l'isolant ou de la gaine,

30 au lieu d'une vulcanisation à la vapeur classique, avait tendance à accroître l'aptitude à supporter la haute tension, et en outre que l'emploi, comme couche isolante, d'un mélange de polymères comprenant du polyéthylène cristallin et un polymère d'oléfine non cristalline,

35 par exemple du caoutchouc EP et un copolymère d'éthylène- α -oléfine qui a été réticulé par irradiation à l'aide d'un faisceau électronique,

au lieu du polyéthylène réticulé, améliorerait sensiblement l'aptitude à supporter la haute tension.

Le phénomène décrit ci-dessus est très inattendu pour des câbles utilisant un conducteur en cuivre ordinaire. Il est connu dans la technique que, lorsqu'on compare des polyéthylènes réticulés, les polyéthylènes réticulés par vulcanisation à la vapeur et ceux qui sont réticulés par irradiation à l'aide d'un faisceau électronique présentent à peu près la même aptitude à supporter la haute tension, ou même ces derniers sont légèrement inférieurs aux premiers en ce qui concerne l'aptitude à supporter la haute tension.

En outre, il est également connu dans la technique que la comparaison d'un polyéthylène seul avec un mélange de polymères comprenant du polyéthylène et du caoutchouc EP fait apparaître que ce dernier est inférieur au premier en ce qui concerne l'aptitude à supporter la haute tension.

Toutefois, malgré cette constatation, lorsque l'âme comprend un conducteur doté d'une certaine résistivité au lieu d'un conducteur en cuivre, les câbles pour lesquels la réticulation a été effectuée par irradiation à l'aide d'un faisceau électronique présentent une aptitude à supporter la haute tension fortement améliorée par rapport à ceux pour lesquels la réticulation a été effectuée par vulcanisation à la vapeur, même lorsque du polyéthylène seul est employé dans la couche isolante du câble d'allumage, et, de plus, il apparaît une augmentation sensible de l'aptitude à supporter la haute tension lorsqu'un mélange de polymères comprenant du polyéthylène et du caoutchouc EP ou un copolymère éthylène- α -oléfine subit une réticulation par irradiation à l'aide d'un faisceau électronique. Ces phénomènes sont très inattendus et, par leur utilisation, l'invention permet d'obtenir un excellent câble d'allumage présentant une capacité électrostatique suffisamment faible et une aptitude stable à supporter la haute tension.

On va maintenant décrire l'invention en relation avec les dessins annexés.

Sur la figure 1, le numéro de référence 1 désigne un élément de tension constitué d'un faisceau de fibres de polyamide aromatique, le numéro de référence 2 désigne une couche de peinture

semi-conductrice, le numéro de référence 3 désigne une couche isolante, le numéro de référence 4 désigne une couche de renforcement, par exemple une tresse, et le numéro de référence 5 désigne une gaine.

Le tableau I ci-après donne les dimensions de ces parties constitutives selon des exemples de l'invention et des exemples de comparaison.

Sur une fibre de polyamide aromatique de 1 500 deniers constituée de "Kevlar" (marque déposée de la société DuPont de Nemours), on dépose de façon répétée une peinture semi-conductrice que l'on prépare en introduisant une substance conductrice, telle que du noir de carbone, du graphite, de l'argent ou du cuivre en poudre, dans du caoutchouc, de la matière plastique ou un matériau analogue et en laissant sécher les couches déposées, de façon que le diamètre externe soit compris entre 0,9 et 1,2 mm.

Ensuite, pour obtenir la faible capacité électrostatique, on extrude, de façon à former un isolant, un matériau à faible constante diélectrique, par exemple un polyéthylène, un copolymère éthylène-propylène (y compris un terpolymère éthylène-propylène-diène (EPDM)), un copolymère éthylène- α -oléfine, ou un mélange de ces polymères, et on effectue la réticulation par le procédé d'irradiation à l'aide d'un faisceau électronique, de manière que le diamètre final soit compris entre 4,6 et 4,8 mm.

Ensuite, on place sur le câble en formation une tresse en fibres de verre destinée à servir de couche de renforcement, puis on dépose par extrusion sur la tresse en fibres de verre du caoutchouc EP ou du caoutchouc de silicone. Le diamètre externe final est alors de 7,0 mm. La formule de l'isolant employé est décrite dans le tableau II ci-après.

Les résultats de mesures de la capacité électrostatique et de l'aptitude à supporter la tension d'une bobine d'allumage du câble d'allumage ainsi obtenu sont présentés sur le tableau III ci-après.

On a mesuré la capacité électrostatique au moyen de l'essai normalisé JIS C-3004, désigné sous le titre "Rubber Insulated Cable Testing Method", et, en particulier, on a trempé l'échantillon dans l'eau, on l'a mis à la masse et on a mesuré la capacité électro-

statique existant entre le conducteur et l'eau par le procédé du pont en courant alternatif à une fréquence de 1 000 Hz, la valeur de la capacité étant exprimée par rapport à l'unité de longueur (en mètre).

5 La figure 2 est une représentation schématique d'un appareil destiné à être utilisé pour l'essai de résistance à la tension d'une bobine d'allumage, et la référence 11 désigne un bâti, la référence 12 désigne un moteur, la référence 13 désigne une bobine, la référence 14 désigne un dispositif d'allumage, la référence 15 un distributeur (tournant à 1 000 tr/min), la référence 16 une courroie d'entraînement, les références 17 et 17' la terre, et les références 18 et 18' des câbles d'allumage. La surface du câble d'allumage reçoit une peinture à l'argent et est mise à la terre, tandis qu'on fait décharger, dans l'intervalle formé entre le conducteur du câble 18' et la terre 17', une tension de 30 kV.

Les résultats sont présentés sur le tableau III ci-après.

Comme le montrent clairement les résultats du tableau III, alors que chaque exemple de l'invention et chaque exemple de comparaison fournit une capacité électrostatique de 80 pF/m, tous les échantillons étant donc à mettre sur le même plan de ce point de vue, l'irradiation à l'aide d'un faisceau électronique se révèle supérieure à la vulcanisation à la vapeur comme procédé de réticulation, tandis qu'un mélange de polymères comprenant une polyoléfine cristalline, par exemple du polyéthylène, et une polyoléfine non cristalline, par exemple du caoutchouc EP ou un copolymère éthylène- α -oléfine tel que "Toughmer" (marque déposée d'un copolymère éthylène-4-méthylpentène-1 produit par la société Mitsui Petrochemical Industries Limited), etc., se révèle supérieur à une polyoléfine seule.

30 La raison pour laquelle il est possible d'obtenir selon l'invention une excellente aptitude à supporter la haute tension peut vraisemblablement être associée au fait que, par opposition au cas de la réticulation par vulcanisation à la vapeur, qui creuse la surface de l'âme à cause de la chaleur et de la pression appliquées et rend donc cette surface irrégulière (alors qu'un tel creusement du conducteur ne se produit pas lorsque le conducteur est en cuivre),

la réticulation par irradiation à l'aide d'un faisceau électronique produit un article doté d'une âme conductrice résistante possédant une surface lisse même lorsqu'il est fait appel à une âme conductrice résistante qui aurait, autrement, souffert d'une déformation due
5 à la chaleur et à la pression au moment de la réticulation.

Le câble d'allumage selon l'invention, présentant une faible capacité électrostatique, se révèle excellent pour empêcher les problèmes dus au sel dans les contrées froides, etc.

Selon l'invention, les faisceaux de fibres de poly-
10 amide aromatique utilisés comme éléments de tension, peuvent être torsadés ou entrelacés autour d'un faisceau central de fibres de polyamide aromatique. L'âme conductrice résistante peut être un élément de tension qui n'est revêtu que d'une peinture semi-conductrice appliquée à répétition et séchée, ou un élément de tension portant
15 une couche de peinture semi-conductrice, puis au-dessus de celle-ci, une couche de dénudation, et une couche de matériau semi-conducteur de caoutchouc ou de matière plastique, déposée par extrusion, en plusieurs couches. Comme matériau permettant de préparer la couche de dénudation, il est possible d'utiliser une peinture au silicone
20 comprenant du silicone et une peinture semi-conductrice préparée par mélange d'une substance conductrice, telle que du carbone, du graphite, de l'argent ou du cuivre en poudre, avec un caoutchouc ou une matière plastique.

De plus, la couche de renforcement peut être une bande
25 perforée, ou un matériau analogue, aussi bien que la tresse, et elle peut être placée entre une gaine interne et une gaine externe, ou bien la couche de renforcement peut être omise, si cela est souhaitable.

Bien entendu, l'homme de l'art sera en mesure d'imaginer, à partir du procédé dont la description vient d'être donnée à
30 titre simplement illustratif et nullement limitatif, diverses autres variantes et modifications ne sortant pas du cadre de l'invention.

T A B L E A U I
Structure dimensionnelle de câbles d'allumage à faible capacité électrostatique

Partie considérée	Matériau	Modèle I		Modèle II	
		Epaisseur (mm)	Diamètre extérieur (mm)	Epaisseur (mm)	Diamètre extérieur (mm)
Ame	Faisceau de fibres de polyamide aromatique de 1 500 deniers x 1		0,5		0,5
	Peinture semi-conduc- trice	0,20	0,9	0,35	1,2
	Résine de polyoléfine	1,85	4,6	1,80	4,8
Isolant					
Tresse de renforcement	Fil de verre	0,10	4,8	0,10	5,0
Gaine	Résine d'oléfine	1,1	7,0	1,00	7,0

T A B L E A U I IComposition de l'isolant et de la gaine

Composition	Polyéthylène cristallin	EP	"Toughmer A *,"	Agents de réticulation et d'anti- vieillessement
A	80	20	--	peu
B	60	40	--	"
C	50	50	--	"
D	80	--	20	"
E	60	--	40	"
F	50	--	50	"
G	100	--	--	"
H	--	100	--	"

Note * : "Toughmer A" : copolymère éthylène- α -oléfine produit par
Mitsui Petrochemical Co., Ltd.

T A B L E A U I I I
 Caractéristiques de câbles d'allumage à faible capacité électrostatique

Exemple	Structure						Capacité électrostatique (pF/m)	Essai de résistance à la tension avec une bobine d'allumage
	Isolant		Câble		Modèle			
	Composition	Réticulation	Composition	Réticulation				
1 (invention)	A	Irrad.		C	Irrad.	I	70	2 000 h, bon pour 5 échantillons
2 (invention)	A	Irrad.		C	Irrad.	II	80	"
3 (invention)	B	Irrad.		C	Irrad.	I	71	"
4 (invention)	C	Irrad.		C	Irrad.	I	70	"
5 (invention)	C	Irrad.		C	Irrad.	II	80	"
6 (invention)	D	Irrad.		C	Irrad.	I	71	"
7 (invention)	D	Irrad.		C	Irrad.	II	79	"
8 (invention)	E	Irrad.		C	Irrad.	I	70	"
9 (invention)	F	Irrad.		C	Irrad.	I	69	"
10 (invention)	F	Irrad.		C	Irrad.	II	78	"

TABLEAU I I I (suite)

	Structure					Capacité électrostatique (pF/m) **	Essai de résistance à la tension avec une bobine d'allumage
	Isolant		Gaine		Modèle		
	Composition	Réticulation	Composition	Réticulation			
11 (invention)	G	Irrad.	C	Irrad.	I	68	18 h, 1 échantillon claqué et 2 000 h, bon pour 4 échantillons
12 (invention)	G	Irrad.	C	Irrad.	II	78	27 h, 1 échantillon claqué et 2 000 h, bon pour 4 échantillons
13 (comparaison)	G	Vulc. vapeur	H	Vulc. vapeur	I	69	entre 2 et 3 h, 3 échantillons claqués et 2 000 h, bon pour 2 échantillons
14 (comparaison)	G	Vulc. vapeur	H	Vulc. vapeur	II	78	entre 5 et 29 h, 4 échantillons claqués et 2 000 h, bon pour 1 échantillon

NOTE **: JIS C-3004-1975 "Rubber Insulated Cable Testing Method".

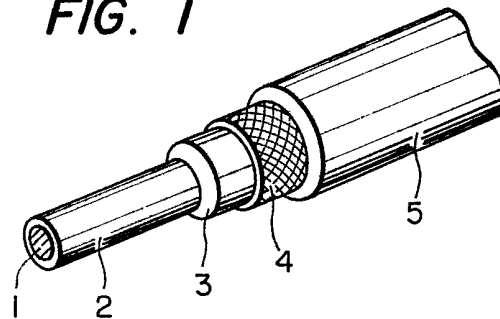
"Irrad." signifie "Irradiation à l'aide d'un faisceau électronique.

"Vulc. vapeur" signifie "vulcanisation à la vapeur.

REVENDICATIONS

1. Procédé permettant de préparer un câble d'allumage sous haute tension possédant une faible capacité électrostatique qui comprend une âme formant un conducteur d'une certaine résistivité, une couche isolante (3) et une gaine (5), le procédé étant caractérisé en ce qu'il consiste à préparer une âme conductrice résistante comportant un élément de tension (1) constitué d'un faisceau de fibres et un matériau semi-conducteur (2) disposé sur au moins la surface circonférentielle de celui-ci, à déposer par extrusion une résine de polyoléfine sur la surface circonférentielle de l'âme conductrice résistante afin de former une couche isolante (3), à irradier la couche isolante à l'aide d'un faisceau électronique afin d'effectuer la réticulation de la résine, à déposer par extrusion une résine de polyoléfine, sans prévoir de couche de renforcement ou après avoir mis en place une couche de renforcement (4), sur l'isolant réticulé afin de former la gaine (5) et irradier la gaine à l'aide d'un faisceau électronique.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la résine de polyoléfine utilisée comme couche isolante est un mélange de polymères comprenant du polyéthylène et une polyoléfine non cristalline.
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la polyoléfine non cristalline est un caoutchouc d'éthylène-propylène.
4. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que la polyoléfine non cristalline est un copolymère éthylène- α -oléfine.
5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que le copolymère éthylène- α -oléfine est un copolymère éthylène-4-méthylpentène-1.
6. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on prépare l'âme conductrice résistante en déposant par extrusion un matériau semi-conducteur à la surface circonférentielle de l'élément de tension comprenant un faisceau de fibres de polyamide aromatique de manière à obtenir un diamètre externe de 1,2 mm ou moins.

7. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on prépare l'âme conductrice résistante en déposant une peinture au carbone sur l'élément de tension comprenant un faisceau de fibres de polyamide aromatique, en laissant sécher l'élément de tension
- 5 ainsi revêtu, en plaçant sur celui-ci une couche de dénudation, et en déposant par extrusion une couche semi-conductrice de caoutchouc ou de matière plastique sur la couche de dénudation, l'âme conductrice résistante ayant, une fois terminée, un diamètre externe de 1,2 mm ou moins.

FIG. 1**FIG. 2**