

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 958 584 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:

02.10.2002 Bulletin 2002/40

(21) Numéro de dépôt: **97918198.9**

(22) Date de dépôt: **10.04.1997**

(51) Int Cl.7: **H01C 7/12**

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR97/00637

(87) Numéro de publication internationale:
WO 97/039462 (23.10.1997 Gazette 1997/45)

(54) **PARAFOUDRE PERFECTIONNE A BASE DE VARISTANCES**

VERBESSERTER ÜBERSpannungsLEITER AUF VARISTOR-BASIS

ENHANCED VARISTOR-BASED LIGHTING ARRESTERS

(84) Etats contractants désignés:
AT BE CH DE ES FR GB GR IE IT LI PT SE

(30) Priorité: **12.04.1996 FR 9604588**

(43) Date de publication de la demande:
24.11.1999 Bulletin 1999/47

(73) Titulaire: **SOULE MATERIEL ELECTRIQUE**
65200 Bagnères-de-Bigorre (FR)

(72) Inventeur: **DONNOLA, Jean-Michel**
F-32730 Villecomtal-sur-Arros (FR)

(74) Mandataire: **Gosse, Michel et al**
ALSTOM
Intellectual Property Department
25,avenue Kléber
75116 Paris (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 397 163 **EP-A- 0 443 286**
EP-A- 0 549 432 **FR-A- 2 698 736**
GB-A- 2 258 352 **US-A- 3 018 406**

EP 0 958 584 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen, toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] La présente invention concerne le domaine des parafoudres.

[0002] Elle s'applique notamment aux parafoudres pour haute tension, typiquement aux réseaux électriques de tension nominale supérieure à 1kV efficace entre phases.

[0003] Les parafoudres sont des dispositifs conçus pour être connectés entre une ligne électrique, notamment moyenne ou haute tension, et la masse, pour limiter l'amplitude et la durée des surtensions apparaissant sur la ligne.

[0004] Ces surtensions peuvent être dues par exemple à des phénomènes atmosphériques, tels que la foudre, ou des inductions dans les conducteurs.

[0005] Ces surtensions peuvent également être dues à des manoeuvres sur la ligne sous tension.

[0006] Les parafoudres sont généralement formés par empilement de différentes varistances, le plus souvent de nos jours par empilement de plusieurs disques à base d'oxyde de zinc, dont la résistivité électrique est fortement non linéaire en fonction de la tension appliquée.

[0007] Plus précisément, ces varistances ne laissent passer pratiquement aucun courant tant que la tension à leurs bornes est inférieure à un seuil d'amorçage et en revanche, laissent passer un courant très fort, pouvant atteindre plusieurs dizaines de kA, lorsque la tension appliquée à leurs bornes dépasse le seuil d'amorçage précité.

[0008] Le nombre de varistances utilisées dans le parafoudre est tel que la tension nominale de service sur la ligne électrique soit inférieure au seuil d'amorçage aux bornes de l'empilement de varistances.

[0009] Ainsi, le parafoudre peut supporter en permanence la tension nominale de service, sans fuite de courant, et permet en revanche d'écouler les courants de décharge d'intensité très élevée pouvant apparaître temporairement sur la ligne en cas de surtension accidentelle.

[0010] On a déjà proposé de nombreux types de parafoudres.

[0011] Le domaine des parafoudres a donné lieu en effet à une très abondante littérature.

[0012] Les parafoudres connus de nos jours comprennent généralement:

- un empilement de varistances,
- deux pièces de contact en matériau électriquement conducteur placées respectivement sur les extrémités de l'empilement de varistances, et
- une enveloppe en matériau électriquement isolant entourant l'empilement de varistances.

[0013] L'enveloppe en matériau électriquement isolant précitée à elle-même fait l'objet d'une très abondante littérature.

[0014] Le document GB-A-2 073 965 a proposé par exemple de réaliser cette enveloppe à l'aide d'un matériau thermorétractable.

[0015] Les documents US-A-4 298 900, DE-A-3 001 943, DE-A-3 002 014 ont proposé de placer en outre un boîtier externe en porcelaine sur l'enveloppe thermorétractable.

[0016] Les documents US-A 4 092 694 et US-A-4 100 588 ont proposé de placer chaque varistance dans un anneau à base de silicone et de disposer l'empilement de varistances ainsi entourées dans un boîtier de porcelaine.

[0017] Le document US-A-2 050 334 a proposé de placer un empilement de varistances dans un boîtier de porcelaine et de remplir l'espace formé entre le boîtier de porcelaine et l'empilement de varistances à l'aide d'un matériau de remplissage formé par exemple d'un composé halogéné à base de cire.

[0018] Les documents EP-A-0 008 181, EP-A-0 274 674, EP-A-0 231 245 et US-A-4 456 942 ont proposé de réaliser l'enveloppe entourant les varistances à l'aide d'un matériau élastomère, formé notamment par surmoulage.

[0019] Plus précisément, le document EP-A-0 274 674 a proposé de surmouler une enveloppe en matériau composite à base d'élastomère, EPDM, silicone, ou autre résine chargée ou non, sur un empilement de varistances.

[0020] Le document US-A-4 161 012 a également proposé de disposer une enveloppe en élastomère sur les varistances. Ce document propose de réaliser cette enveloppe par dépôt de l'élastomère sur la surface extérieure des varistances, ou par moulage de l'enveloppe sur les varistances, ou encore par préformage de l'enveloppe en élastomère, puis insertion des varistances dans celle-ci.

[0021] Le document US-A-3 018 406 proposait, dès 1958, de réaliser l'enveloppe sous forme de deux coquilles complémentaires préformées et une enveloppe externe de matière plastique moulée par injection sur les varistances.

[0022] Le document US-A-3 586 934 a proposé de réaliser l'enveloppe à l'aide d'une résine synthétique, par exemple à base d'époxy ou de polyester, voire un vernis silicone ou polyester.

[0023] Le document EP-A-0 196 370 a proposé de réaliser l'enveloppe sur un corps de varistances en coulant une résine synthétique formée par exemple de résine époxyde, de béton de polymères, de résine de silicone, ou d'un élastomère, ou en recouvrant le corps de varistances d'un tube rétrécissable en matière plastique, ou encore en munissant cet empilement d'une couche d'une résine synthétique.

[0024] Par ailleurs, les documents, US-A-4 656 555, US-A-4 905 118, US-A-4 404 614, EP-A-0 304 690, EP-A-0 335 479, EP-A-0 335 480, EP-A-0 397 163, EP-A-0 233 022, EP-A-0 443 286 et DE-A-0 898 603 ont proposé de réaliser l'enveloppe entourant l'empile-

ment de varistances en matériaux composites composés de fibres, généralement de fibres de verre imprégnées de résine.

[0025] Plus précisément, le document US-A-4 656 555 a proposé de former tout d'abord un enroulement de fibres à base de matière plastique, telle que du polyéthylène, ou de verre, voire de céramique éventuellement imprégnées de résine, par exemple l'époxy, puis de former sur l'extérieur de cet enroulement un boîtier en matériau polymère résistant aux intempéries, par exemple à base de polymères élastomères, de caoutchouc synthétique, d'élastomères thermoplastiques, d'EPDM.

[0026] Ce document propose plus précisément soit de préformer le boîtier polymère résistant aux intempéries, puis d'engager l'empilement de varistances muni de l'enroulement de fibres dans ce boîtier, soit de former dans un premier temps l'enroulement de fibres sur l'empilement de varistances, puis de réaliser le boîtier en matériau polymère résistant aux intempéries, par moulage sur l'enroulement, projection de polymère sur l'enroulement ou insertion de l'empilement de varistances muni de l'enroulement dans un bain de polymère.

[0027] Le document US-A-4 404 614 a proposé de disposer successivement sur un empilement de varistances une première enveloppe à base de fibres de verre imprégnées de résine, par exemple de résine époxy, puis une seconde enveloppe à base de paillettes de verre et de résine époxy, et enfin une enveloppe externe élastique à base de caoutchouc EPDM, ou caoutchouc butyl.

[0028] Ce document indique que la première enveloppe, la seconde enveloppe et l'enveloppe externe peuvent être mises en place successivement sur l'empilement de varistances, ou les enveloppes peuvent être formées dans un ordre inverse.

[0029] Ce document mentionne également la possibilité de mouler l'enveloppe externe sur la seconde enveloppe à base de paillettes de verre et de résine époxy.

[0030] Le document EP-A-0 233 022 a proposé de former sur un empilement de varistances une coquille à base de fibres de verre renforcées de résine époxy, puis une enveloppe thermorétractable, ou pouvant être libérée par un moyen mécanique équivalent sur ladite coquille, à base d'élastomère.

[0031] En variante, l'enveloppe peut être moulée in situ à base de résine synthétique ou de matériau polymère.

[0032] Le document indique que la coquille peut être préformée. Ce document propose également d'utiliser une nappe de fibres préimprégnées.

[0033] Le document EP-A-0 304 690 propose de réaliser tout d'abord un enroulement filamentaire de fibres de verre imprégnées de résine, puis de former sur l'extérieur de l'enroulement un revêtement en matériau élastomère de type EPDM, par injection.

[0034] Le document EP-A-0 355 479 propose de placer successivement sur l'empilement de varistances,

tout d'abord une barrière formée d'un film plastique, par exemple à base de propylène, puis un enroulement de filaments non conducteurs, et enfin un boîtier en élastomère résistant aux intempéries.

[0035] Le document EP-A-0 397 163 a proposé de placer successivement sur l'empilement de varistances un enroulement filamentaire imprégné de résine, puis de former sur cet enroulement un revêtement à ailettes, en élastomère, par exemple en EPDM, par injection.

[0036] La technique d'utilisation d'un matériau composite est très ancienne.

[0037] Le document DE-A-0 898 603 proposait en effet dès 1946 d'utiliser des fibres de verre imprégnées de résine pour envelopper des varistances.

[0038] Plus récemment, on a proposé dans le document FR-A-2 698 736, un procédé de fabrication de parafoudre comprenant les étapes qui consistent à empiler des varistances, former une première enveloppe en matériau composite, sur l'empilement de varistances, laquelle première enveloppe au moins semi-rigide présente une section externe constante, sur sa longueur, compensant en particulier les inégalités de surface de l'empilement de varistances dues aux écarts d'alignement et aux dispersions des dimensions de varistances et placer une enveloppe externe à ailettes sur la première enveloppe en matériau composite en extrudant une enveloppe extérieure sensiblement constante sur la première enveloppe, puis en rapportant des ailettes annulaires sur l'enveloppe extérieure extrudée.

[0039] Les parafoudres jusqu'ici proposés ont rendu de grands services.

[0040] Toutefois, la Demanderesse propose de perfectionner les parafoudres existants.

[0041] Un but principal de la présente invention est d'améliorer la fiabilité des parafoudres existants, en évitant notamment toute présence gazeuse au niveau de la ou des interface(s) entre l'empilement de varistances et l'enveloppe qui recouvre celles-ci.

[0042] Un but plus accessoire de la présente invention est de réduire le coût des parafoudres connus.

[0043] A cet effet, la présente invention propose un procédé de fabrication de parafoudres du type comprenant les étapes qui consistent à :

- empiler des varistances, et
- former une enveloppe en matériau composite sur l'empilement de varistances,

caractérisé par le fait que l'étape de formation d'une enveloppe en matériau composite consiste à :

- placer un tissu de fibres sur l'extérieur de l'empilement des varistances, en contact avec celui-ci,
- placer une enveloppe externe souple sur l'extérieur de l'empilement des varistances, et
- injecter un matériau apte à imprégner le tissu de fibres, dans l'espace annulaire formé entre l'empilement de varistances et l'enveloppe externe sou-

ple.

[0044] Comme on le comprendra par la suite, le procédé conforme à la présente invention permet de chasser tout air au niveau de l'interface entre l'empilement de varistances et l'enveloppe externe souple.

[0045] Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, l'enveloppe externe est une enveloppe à ailettes annulaires possédant des zones de plus grande rigidité au niveau des ailettes.

[0046] Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, le matériau injecté est un matériau thermoplastique, avantageusement un polyester.

[0047] Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, l'injection est réalisée à travers des alésages formés dans des pièces de contact rapportées sur les extrémités de l'empilement de varistances.

[0048] Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, l'injection est réalisée grâce à deux alésages prévus respectivement dans des pièces de contact placées sur les extrémités de l'empilement de varistances, lesquels alésages sont diamétralement opposés par rapport à l'axe de l'empilement.

[0049] D'autres buts et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre, et en regard des dessins annexés, donnés à titre d'exemple non limitatif, et sur lesquels :

- les figures 1 à 4 annexées représentent schématiquement, et selon des vues en coupes axiales longitudinales du parafoudre, les diverses étapes successives de réalisation d'un parafoudre conforme à une variante de réalisation préférentielle de la présente invention,
- la figure 5 représente une vue schématique en coupe axiale longitudinale d'une pièce de contact selon le plan de coupe référencé V-V sur la figure 6, et
- la figure 6 représente une vue en coupe transversale de cette même pièce de contact selon le plan de coupe référencé VI-VI sur la figure 5.

[0050] Le parafoudre obtenu selon le procédé de la présente invention représenté sur la figure 4 annexée et obtenu à l'aide des étapes intermédiaires représentées sur les figures 1 à 3, qui seront décrites par la suite, comprend un empilement de varistances 100, deux pièces de contact 200, une enveloppe 300 en matériau composite comprenant un tissu de fibres 310 et un matériau 350 injecté imprégnant le tissu de fibres 310, et une enveloppe extérieure à ailettes 400.

[0051] Le cas échéant, le parafoudre peut être complété par des calottes d'extrémité en matériau électriquement conducteur rapportées sur les extrémités du parafoudre. Ces calottes qui permettent de participer à la fois au contact électrique et à l'étanchéité du parafoudre n'ont pas été représentées sur les figures annexées pour simplifier l'illustration.

[0052] Les varistances 100 sont formées de préféren-

ce de disques de diamètre constant constitués à base d'oxyde de zinc.

[0053] Les varistances à base d'oxyde de zinc sont bien connues de l'homme de l'art.

[0054] Leur procédé d'obtention et leur composition ne seront donc pas décrits par la suite.

[0055] Comme cela est représenté sur la figure 1 annexée, les varistances 100 sont tout d'abord empilées selon leur axe 102, pour être parfaitement coaxiales.

[0056] Le cas échéant, bien que cela ne soit pas représenté sur les figures annexées, des intercalaires en matériau électriquement conducteur, par exemple en forme de disques, voire le cas échéant comportant un organe élastique, peuvent être intercalés entre certaines au moins des paires de varistances 100 adjacentes.

[0057] Comme représenté sur la figure 2, une fois cet empilement réalisé, deux pièces de contact 200 sont placées respectivement sur les extrémités de l'empilement de varistances.

[0058] La géométrie d'un mode de réalisation particulier et non limitatif des pièces de contact 200 sera décrite plus en détail par la suite en regard des figures 5 et 6.

[0059] Pour l'instant, on notera simplement que les pièces de contact 200 comprennent de préférence une gorge annulaire 210 et un perçage longitudinal 250 parallèle à l'axe 202 des pièces 200 et qui débouche d'une part sur la surface extérieure 206 des pièces de contact 200 et d'autre part au niveau du fond de la gorge 210.

[0060] Comme on l'a illustré sur la figure 2, après avoir réalisé l'empilement de varistances 100, un tissu de fibres 310 est placé sur l'extérieur de l'empilement de varistances 100 en contact avec celui-ci.

[0061] Il s'agit de préférence d'un tissu de fibres 310, très préférentiellement de fibres de verre, enroulé autour de l'empilement de varistances 100, et sur la base des deux pièces de contact 200.

[0062] Plus précisément encore, il s'agit de préférence d'un tissu de fibres 310 ayant des fils de trame et des fils de chaîne orthogonaux disposés respectivement parallèlement à l'axe 102 de l'empilement de varistances et transversalement à cet axe.

[0063] Le tissu de fibres 310 possède typiquement des mailles de 3,5 x 5 mm. La dimension de ces mailles doit être adaptée pour permettre l'évacuation de l'arc et/ou des gaz créés par l'arc en cas de défaut du parafoudre.

[0064] De préférence, deux liens 320 sont serrés sur le tissu de fibres 310, en regard des gorges 210 précitées.

[0065] Plus précisément encore, de préférence, ces deux liens 320, placés sous forme de boucles dans les gorges 210 proviennent d'un ruban commun qui chemine le long de l'empilement de varistances 100 sur l'extérieur du tissu de fibres 310. Ce ruban peut être enroulé en spirale autour du tissu de fibres 310 entre les deux liens 320, ou encore s'étendre de façon rectiligne parallèlement à l'axe du parafoudre, sur l'extérieur du tissu de fibres 310 entre les deux liens 320, auquel cas de

préférence ce ruban rectiligne est placé en regard du bord libre du tissu de fibres 310. Ainsi, le ruban remplit une fonction de maintien du tissu de fibres 310 le long du parafoudre.

[0066] Puis, comme illustré sur la figure 3, une enveloppe externe souple 400 est disposée sur l'extérieur de l'empilement de varistances 100 équipé du tissu de fibres 310.

[0067] Il s'agit de préférence, comme le voit sur les figures annexées, d'une enveloppe externe 400 en élastomère, par exemple en silicone, à ailettes annulaires. De telles enveloppes externes à ailettes sont bien connues de l'homme de l'art et ne seront donc pas décrites dans le détail par la suite.

[0068] De façon connue en soi, les ailettes annulaires 410 ont pour but d'allonger la ligne de fuite sur l'extérieur du parafoudre. Leurs nombres, profils et espacements peuvent varier en fonction des exigences de tenue sous pollution, et bien évidemment de la tension nominale du parafoudre.

[0069] On notera qu'une telle enveloppe externe 400 munie d'ailettes annulaires 410 se caractérise par des zones de plus forte rigidité, au niveau de ces ailettes 410.

[0070] Une fois l'enveloppe externe 400 mise en place, on procède à l'injection d'un matériau apte à imprégner le tissu de fibres 310 dans l'espace annulaire formé entre l'empilement de varistances 100 et l'enveloppe externe souple 400.

[0071] Le matériau injecté 350 est de préférence une résine époxy, par exemple un polyester.

[0072] Plus précisément encore, ce matériau est injecté par l'intermédiaire de l'un des alésages 250 formés dans une pièce de contact 200, l'alésage 250 de l'autre pièce 200 servant à l'évacuation de l'air.

[0073] Par ailleurs, de préférence, comme on l'a schématisé sur les figures, on veille à disposer l'alésage 250 prévu dans l'autre pièce de contact 200 en position diamétralement opposée par rapport à l'alésage 250 servant de buse d'injection.

[0074] Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, l'injection du matériau 350 est réalisée en position horizontale de l'empilement de varistances 100 ou en position faiblement inclinée par rapport à l'horizontal, par exemple de l'ordre de 35 à 45°.

[0075] Néanmoins en variante, le parafoudre peut être réalisé en position verticale.

[0076] Le matériau composite ainsi formé par la combinaison du tissu de fibres 310 et du matériau injecté 350 assure une liaison ferme entre les deux pièces de contact et maintient, par sollicitation axiale, un bon contact électrique entre les faces principales 104, transversales à l'axe 102, de chaque paire de varistances adjacentes d'une part, et entre les faces principales 104 externes des varistances placées aux extrémités de la pile, et respectivement les pièces de contact 200, d'autre part.

[0077] En outre, la combinaison fibres 310 plus ma-

tériau injecté 350 conforme à la présente invention a la propriété, en cas de défaut du parafoudre et donc en cas de création d'un arc électrique, de permettre la "volatilisation" du matériau injecté, tout en ayant le tissu de fibres 310 qui maintient mécaniquement le parafoudre.

[0078] On notera que la disposition des fibres de tramé parallèlement à l'axe 102 du parafoudre permet que, lorsqu'un effort est appliqué transversalement à l'axe 102 sur l'une des extrémités du parafoudre, certaines de ces fibres travaillent en elongation, tandis que les autres diamétralement opposées, travaillent à la compression.

[0079] Les fibres de verre notamment possèdent d'excellentes propriétés de résistance, tant à l'elongation qu'à la compression.

[0080] Elles permettent par conséquent d'assurer une bonne tenue mécanique du parafoudre à la flexion.

[0081] Le lien 320 peut être formé de nombreuses variantes, par exemple d'un ruban, telles que des fibres imprégnées de résine.

[0082] La mise en place des liens 320 permet d'immobiliser fermement le tissu de fibres 310 à translation sur chaque pièce de contact 200 et ainsi d'assurer une bonne immobilisation à translation relative des pièces de contact 200.

[0083] Le tissu de fibres 310 peut être formé de différentes nappes de fibres superposées.

[0084] Selon un mode de réalisation particulier et non limitatif, le pas des ailettes 410 est de l'ordre de 24 mm.

[0085] L'utilisation d'une enveloppe en élastomère 400 divisée en zones souples entre deux ailettes 410 et en zones plus rigides en regard des ailettes permet de générer, lors de l'injection du matériau 350, les deux phénomènes suivants.

[0086] Tout d'abord la présence de zones annulaires plus rigides sur l'enveloppe externe 400 conduit à une variation de perte de charges qui permet à la résine 350 injectée par l'alésage 250 d'uniformiser annulairement le mouillage du tissu de fibres 310. En effet, l'écoulement de résine 350 provoque une déformation des zones souples entre deux ailettes 410. Ainsi, si un décalage de la progression de la résine 350 a lieu, cette résine est freinée lorsqu'elle arrive sur une zone annulaire plus rigide en regard d'une ailette 410, ce qui permet de récupérer une veine d'injection annulaire de section sensiblement constante.

[0087] Une telle remise à niveau se produit à chaque passage d'une ailette 410, ce qui interdit une dérive de l'écoulement qui risquerait d'entraîner l'emprisonnement d'une bulle d'air difficile à évacuer par la suite.

[0088] En outre, la perte de charge varie continuellement au fur et à mesure de la progression du matériau 350, ce qui provoque des variations locales de la déformation de la zone souple entre deux ailettes. Cette déformation provoque un effet de sollicitation de la résine 350 radialement vers l'intérieur de l'empilement de varistances, de sorte que la résine mouille le tissu de fibres 310 en phase d'injection. De plus, une telle sollicitation

s'opère également, après injection, du type péristaltique, lorsque l'enveloppe externe 400 pousse le surplus de fluide lors de la reprise élastique (retour à sa géométrie de départ).

[0089] Lors de l'évacuation de ce surplus de fluide, on constate que des petites bulles de gaz résiduel peuvent s'échapper de l'espace annulaire défini entre l'empilement de varistances et l'enveloppe externe 400 par l'intermédiaire du second alésage 250.

[0090] On notera également que l'injection du matériau 350 dans le creux de la gorge annulaire 210, de même que l'évacuation de résine, à l'extrémité opposée de l'empilement, obligent un mouillage complet des fibres disposées dans cette zone, particulièrement difficile à imprégner puisqu'elle correspond à une section annulaire plus grande et avec une concentration supérieure des fibres.

[0091] De façon non limitative, l'injection de matériau polyester 350 est réalisée sous une pression de l'ordre de 2 Bars.

[0092] On notera en outre que les dispositions conformes à la présente invention, notamment l'injection à travers une enveloppe externe 400 possédant des zones de plus forte rigidité, permettent les effets suivants :

- amélioration de l'homogénéité du matériau 350 grâce à la retenue temporaire résultant des zones de plus forte rigidité correspondant aux ailettes 410, y compris lorsque le matériau 350 est obtenu par mélange de deux fluides en amont du site d'injection, et
- diminution de risque de décantation de charges éventuelles contenues dans le matériau 350, pour les mêmes raisons.

[0093] Le cas échéant, il est injecté également par l'un des alésages 250, dans l'espace annulaire entre l'enveloppe externe 400 et l'empilement de varistances 100, un composé tel qu'une résine silicone, permettant d'améliorer la liaison entre le matériau polyester injecté et l'enveloppe externe 400 en silicone.

[0094] Selon une autre variante, on peut opérer au préalable un traitement mécanique, par exemple par abrasion, sablage ..., de l'intérieur de l'enveloppe externe 400 en silicone, voir un traitement chimique, ou le dépôt sur la surface interne de l'enveloppe 400 d'un apprêt permettant d'assurer un pontage chimique entre le matériau silicone de l'enveloppe 400 et le matériau 350 injecté.

[0095] On notera également que la présente invention permet de réaliser des parafoudres dans des conditions économiques particulièrement favorables, notamment du fait que l'intégralité des étapes de fabrication peut être réalisée sans exiger d'atmosphères contrôlées.

[0096] On va maintenant décrire plus en détail la pièce de contact 200 conforme à un mode de réalisation particulier de la présente invention représenté sur les figures 5 et 6.

[0097] De préférence, les deux pièces de contact 200 placées respectivement aux extrémités du parafoudre sont identiques.

[0098] Chaque pièce de contact 200 est formée d'un bloc de métal unique présentant une symétrie générale de révolution autour d'un axe 202.

[0099] A l'utilisation, cet axe 202 est coaxial de l'axe 102 de l'empilement de varistances.

[0100] Sur la figure 5, on a référencé 204 et 206 les faces principales de la pièce de contact 200.

[0101] Ces faces principales 204 et 206 sont planes et orthogonales à l'axe 202.

[0102] La face principale 204 repose à l'utilisation sur la face principale externe 104 d'une varistance 100 placée à l'extrémité de l'empilement.

[0103] La face principale 206 est dirigée vers l'extérieur du parafoudre.

[0104] La pièce de contact 200 comprend un cylindre 220 adjacent à la face principale 206 et prolongé en direction de la face principale 204 par un fût 230 de plus faible section.

[0105] De préférence, la section du fût 230 est égale à la section externe des varistances 100.

[0106] Ainsi, lorsque les pièces de contact 200 sont placées sur l'empilement de varistances 100, le fût 230 prolonge la surface externe de l'empilement.

[0107] La gorge annulaire 210 précitée est ménagée dans le fût 230, sensiblement à mi-longueur de celui-ci.

[0108] Le fond 211 de la gorge 210 présente de préférence une section polygonale, par exemple une section hexagonale, comme représenté sur la figure 6.

[0109] Le premier flanc 212 de la gorge 210 placé du côté de la face principale 204 est de préférence plan et perpendiculaire à l'axe 202.

[0110] Le deuxième flanc 213 de la gorge 210 placé du côté de la face principale 210 est de préférence conique centré sur l'axe 202 et à concavité dirigée vers la face principale 206.

[0111] En outre, des filets hélicoïdaux 232 sont formés sur la surface externe du fût 230.

[0112] De préférence, les filets 232 s'étendent de part et d'autre de la gorge 210.

[0113] Toutefois, les filets 232 sont avantageusement interrompus avant la face principale 204.

[0114] La limite des filets 232 du côté de la face principale 204 est formée par une rainure annulaire 234.

[0115] Chaque pièce de contact 200 possède un alésage taraudé borgne 240 centré sur l'axe 202 et débouchant sur la face principale 206.

[0116] Cet alésage taraudé 240 est conçu pour recevoir un goujon de raccordement.

[0117] Le fond polygonal 211 de la gorge 210 et les filets 232 forment des structures non symétriques de révolution autour de l'axe 202.

[0118] Ces structures en prise avec l'enveloppe 300 permettent d'interdire toute rotation relative entre les pièces de contact 200 et l'enveloppe 300.

[0119] Par ailleurs, les gorges annulaires 210 dans

lesquelles sont engagées les extrémités de la nappe de tissu formant l'enveloppe 300 permettent d'assurer une fixation à translation stable entre ladite enveloppe 300 et les pièces de contact 200.

[0120] Enfin, chaque pièce 200 possède un alésage 250 parallèle à l'axe 202, qui relie la face externe 206 et le fond de la gorge 210.

[0121] En conclusion, la structure décrite précédemment et représentée sur les figures annexées permet d'obtenir une rigidité parfaite du parafoudre, à la flexion, à rotation autour de l'axe 102 de l'empilement et à translation relative selon cet axe.

[0122] Le cas échéant, on peut envisager en variante, de former des zones de faiblesse dans l'enveloppe externe 400.

[0123] En variante, le parafoudre conforme à la présente invention peut être équipé d'un dispositif de signalisation de défaut.

[0124] Ce dispositif peut être placé par exemple sur une extrémité du parafoudre.

[0125] Un tel dispositif de signalisation de défaut est conçu pour visualiser le passage d'un courant de ligne à la terre par l'intermédiaire du parafoudre, c'est-à-dire visualiser le passage d'un courant de fuite à travers le parafoudre.

[0126] Le déposant a déjà décrit et représenté un tel dispositif de signalisation dans sa demande de brevet en France FR-A-2 685 533.

[0127] Pour cette raison, ce dispositif de signalisation de défaut ne sera pas décrit dans le détail par la suite.

[0128] On notera toutefois que de préférence un tel dispositif de signalisation de défaut comprend :

- un goujon centré sur l'axe 102 de l'empilement de varistances et relié électriquement à l'une des pièces de contact 200,
- un capteur de courant faible perte comportant un bobinage entourant le goujon,
- un circuit électronique comportant :
 1. un pont redresseur dont les entrées sont reliées au bobinage et,
 2. un condensateur relié aux sorties du pont redresseur pour intégrer l'énergie du courant de fuite détecté,
- un ensemble de signalisation, par exemple à base de composants pyrotechniques, conçu pour être initié par l'énergie intégrée dans le condensateur.

[0129] Selon une autre variante, le détecteur de défauts peut être basé sur un principe d'augmentation de volume de l'enveloppe 400 lors d'un court-circuit du parafoudre. Un tel détecteur également connu en lui-même ne sera pas décrit plus en détail par la suite.

[0130] Le parafoudre fabrique selon le procédé de la présente invention offre de nombreux avantages par rapport aux parafoudres antérieurs connus.

[0131] Tout d'abord, la présente invention permet une fabrication économique.

[0132] En outre, la présente invention permet d'adapter aisément la longueur du parafoudre à la tension nominale de la ligne à protéger.

[0133] La présente invention ne requiert aucunement l'adaptation d'un moule quelconque.

[0134] La présente invention permet d'éviter toute couche d'air ou inclusion gazeuse au niveau de l'interface entre l'empilement de varistances 100 et l'enveloppe 400, et permet par conséquent d'éviter toute décharge superficielle à ce niveau.

[0135] Bien entendu, la présente invention n'est pas limitée au mode de réalisation particulier qui vient d'être décrit, mais s'étend à toute variante conforme à son esprit.

[0136] Ainsi par exemple, on peut utiliser un tissu 310 de fibres préimprégnées d'une résine, placé sur l'extérieur de l'empilement des varistances 100 avant d'opérer l'injection du matériau 350 dans l'espace annulaire formé entre l'empilement de varistances 100 et l'enveloppe externe souple 400.

[0137] Selon une variante, chaque alésage 250 peut être obturé par exemple à l'aide d'un bouchon ou du mastic, afin de parfaire l'étanchéité du parafoudre, une fois l'opération d'injection du matériau 350 achevée.

[0138] Selon une autre caractéristique avantageuse de l'invention, on peut prévoir de placer un film étanche à la résine 350 injectée, autour de l'empilement de varistances 100 avant l'étape d'injection. Un tel film permet d'éviter la pénétration de résine entre deux varistances 100.

[0139] Un tel film peut être installé uniquement au niveau de chaque interface entre deux varistances adjacentes 100 ainsi qu'entre les varistances d'extrémité et les pièces de contact 200, ou encore couvrir d'une pièce l'ensemble de la partie active formée par l'empilement de varistances 100.

[0140] Selon une autre variante, on peut prévoir des pièces de contact 200 possédant plusieurs alésages 250 pour assurer tant l'injection du matériau 350 que l'évacuation de l'espace annulaire formé entre l'empilement de varistances 100 et l'enveloppe externe souple 400.

Revendications

1. Procédé de fabrication de parafoudre du type comprenant les étapes qui consistent à :

- empiler des varistances (100), et
- former une enveloppe (300) en matériau composite sur l'empilement de varistances (100),

caractérisé par le fait que l'étape de formation d'une enveloppe en matériau composite (300) consiste à :

- placer un tissu (310) de fibres sur l'extérieur de l'empilement des varistances (100), en contact avec celui-ci,
 - placer une enveloppe externe souple (400) sur l'extérieur de l'empilement des varistances (100), et
 - injecter un matériau (350) apte à imprégner le tissu de fibres (310), dans l'espace annulaire formé entre l'empilement de varistances (100) et l'enveloppe externe souple (400).
2. Procédé selon la revendication 1, **caractérisé par le fait que** l'enveloppe externe (400) est une enveloppe munie d'ailettes annulaires (410) définissant des zones de rigidité supérieure à ladite enveloppe disposée autour de l'empilement de varistances (100).
3. Procédé selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé par le fait que** l'injection de matériau d'imprégnation (350) est réalisée à travers des pièces de contact (200) placées sur les extrémités de l'empilement de varistances (200).
4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, **caractérisé par le fait que** le matériau d'imprégnation (350) est un matériau thermoplastique, de préférence une résine époxy, telle que du polyester.
5. Procédé selon la revendication 4, **caractérisé par le fait qu'une** injection de matériau d'imprégnation (350) est réalisée par l'intermédiaire d'au moins un alésage (250) ménagé dans une pièce de contact (200) prévue sur une première extrémité de l'empilement de varistances (100), la pièce de contact (200) prévue sur la seconde extrémité de l'empilement de varistances (100) possédant au moins un alésage (250) homologue pour l'échappement de l'air contenu avant injection dans ledit espace annulaire et le cas échéant un écoulement de matériau d'imprégnation, lequel alésage prévu dans la seconde pièce de contact (200) est de préférence diamétralement opposé par rapport à l'alésage d'injection.
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, **caractérisé par le fait qu'il** comprend en outre l'étape consistant à opérer au préalable un traitement de la surface interne de l'enveloppe externe souple (400), par exemple un traitement mécanique, un traitement chimique, ou le dépôt d'un apprêt, permettant d'assurer un pontage chimique entre le matériau de l'enveloppe externe souple (400) et le matériau (350) injecté.
7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6, **caractérisé par le fait que** le matériau d'imprégnation (350) comprend un composé apte à renforcer le lien entre le matériau thermoplastique (350) injecté et l'enveloppe externe (400).
8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, **caractérisé par le fait que** l'enveloppe extérieure (400) est en élastomère, de préférence silicone.
9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 8, **caractérisé par le fait que** les alésages (250) formés dans les pièces de contact de l'extrémité (200) pour assurer l'injection débouchent dans une gorge annulaire (210) prévue sur ces pièces de contact (200).
10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 9, **caractérisé par le fait que** les tissus de fibres (310) possèdent des fibres parallèles à l'axe (102) de l'empilement de varistances et des fibres transversales à cet axe.
11. Procédé selon l'une des revendications 1 à 10, **caractérisé par le fait que** le tissu de fibres (310) possède des mailles de l'ordre de 3,5 x 5 mm.
12. Procédé selon l'une des revendications 1 à 11, **caractérisé par le fait que** le tissu (310) de fibres, placé sur l'extérieur de l'empilement des varistances (100) avant d'opérer l'injection du matériau (350) dans l'espace annulaire formé entre l'empilement de varistances (100) et l'enveloppe externe souple (400) est un tissu pré-imprégné de résine.
13. Procédé selon l'une des revendications 1 à 12, **caractérisé par le fait qu'il** comprend en outre l'étape consistant à obturer chaque alésage d'injection (250), par exemple à l'aide d'un bouchon ou du mastic, afin de parfaire l'étanchéité du parafoudre, une fois l'opération d'injection du matériau (350) achevée.
14. Procédé selon l'une des revendications 1 à 13, **caractérisé par le fait qu'il** comprend en outre l'étape consistant à placer deux liens (320), sous forme de boucles dans des gorges (210) ménagées dans des pièces de contact (200) prévues sur les extrémités de l'empilement de varistances (100), sur l'extérieur du tissu de fibres (310), pour maintenir celui-ci.
15. Procédé selon la revendication 14, **caractérisé par le fait que** les deux liens (320) proviennent d'un ruban commun qui chemine le long de l'empilement de varistances (100) sur l'extérieur du tissu de fibres (310).
16. Procédé selon la revendication 15, **caractérisé par le fait que** le ruban est enroulé en spirale autour du tissu de fibres (310) entre les deux liens (320).
17. Procédé selon la revendication 16, **caractérisé par**

le fait que le ruban s'étend de façon rectiligne parallèlement à l'axe du parafoudre, sur l'extérieur du tissu de fibres (310) entre les deux liens (320), de préférence en regard du bord libre du tissu de fibres (310).

18. Procédé selon l'une des revendications 1 à 17, **caractérisé par le fait qu'**il comprend en outre l'étape consistant à placer un film étanche à la résine (350) injectée, autour de l'empilement de varistances (100) avant l'étape d'injection.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Herstellung eines Überspannungsleiters, welches die folgenden Schritte umfasst:

- Stapeln von Varistoren (100), und
- Formen einer Hülle (300) aus Kompositmaterial auf dem Stapel von Varistoren (100),

dadurch gekennzeichnet, dass der Schritt zur Bildung einer Hülle (300) aus Kompositmaterial umfasst:

- Platzieren eines Fasergewebes (310) auf der Außenseite des Stapels von Varistoren (100) in Kontakt mit diesem,
- Platzieren einer biegsamen Außenhülle (400) auf der Außenseite des Stapels von Varistoren (100), und
- Injizieren eines Materials (350), welches geeignet ist das Fasergewebe (310) zu imprägnieren, in den zwischen dem Stapel von Varistoren (100) und der biegsamen Außenhülle (400) geformten ringförmigen Raum.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Außenhülle (400) eine mit ringförmigen Rippen (410) versehene Hülle ist, welche Zonen definieren, die eine Steifheit aufweisen, welche größer als bei der um den Stapel von Varistoren (100) angeordneten Hülle ist.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Injektion des Imprägniermaterials (350) durch auf den Enden des Stapels von Varistoren platzierte Kontaktstücke (200) hindurch erfolgt.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Imprägniermaterial (350) ein Thermoplast ist, vorzugsweise ein Epoxharz, wie Polyester.

5. Verfahren nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Injektion des

Imprägniermaterials (350) mittels wenigstens einer Bohrung (250) erfolgt, welche in einem auf einem ersten Ende des Stapels von Varistoren (100) vorgesehenen Kontaktstück (200) angeordnet ist, wobei das auf dem zweiten Ende des Stapels von Varistoren (100) vorgesehene Kontaktstück (200) wenigstens eine homologe Bohrung (250) zum Entweichen von vor der Injektion in dem ringförmigen Raum enthaltener Luft und gegebenenfalls zum Abfließen von Imprägniermaterial aufweist, wobei die in dem zweiten Kontaktstück (200) vorgesehene Bohrung der Injektionsbohrung vorzugsweise diametral gegenüberliegt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** es ferner den Schritt aufweist, der darin besteht, zuvor eine Behandlung der Innenfläche der biegsamen Außenhülle (400), beispielsweise durch eine mechanische Behandlung, eine chemische Behandlung, oder das Abscheiden einer Appretur, durchzuführen, welche ermöglicht eine chemische Brückenbildung zwischen dem Material der biegsamen Außenhülle (400) und dem injizierten Material (350) zu gewährleisten.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Imprägniermaterial (350) eine Verbindung umfasst, die geeignet ist, das Bindeglied zwischen dem injizierten thermoplastischen Material (350) und der Außenhülle (400) zu verstärken.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Außenhülle (400) aus einem Elastomer besteht, vorzugsweise Silikon.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die in den Endkontaktstücken (200) zur Injektion geformten Bohrungen (250) in eine auf diesen Kontaktstücken (200) vorgesehene ringförmige Kehle (210) münden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fasergewebe (310) Fasern, die zur Achse (102) des Stapels von Varistoren parallel sind, und Fasern, die zu dieser Achse quer liegen, aufweist.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fasergewebe (310) Maschen in der Größenordnung von 3,5 x 5 mm aufweist.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Fasergewe-

be (310), das vor Durchführen der Injektion des Materials (350) in den zwischen dem Stapel von Varistoren (100) und der biegsamen Außenhülle (400) geformten ringförmigen Raum auf die Außenseite des Stapels von Varistoren (100) platziert wird, ein mit Harz vorimprägniertes Gewebe ist. 5

13. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** es ferner den Schritt umfasst, der darin besteht, dass jede Injektionsbohrung (250) beispielsweise mithilfe eines Stopfens oder Mastix verschlossen wird, um die Dichtigkeit des Überspannungsleiters zu vervollkommen, wenn der Vorgang der Injektion des Materials (350) erst einmal abgeschlossen ist. 10 15
14. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** es ferner einen Schritt umfasst, der darin besteht, dass zwei Bindeglieder (320) in Schleifenform in den Kehlen (210) platziert werden, die in den auf den Enden des Stapels von Varistoren (100) vorgesehenen Kontaktstücken (200) angeordnet sind, auf der Außenseite des Fasergewebes (310) um dieses zu stützen. 20 25
15. Verfahren nach Anspruch 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** die beiden Bindeglieder (320) von einem gemeinsamen Band stammen, welches entlang des Stapels von Varistoren (100) auf der Außenseite des Fasergewebes (310) verläuft. 30
16. Verfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Band um das Fasergewebe (310) zwischen den beiden Bindegliedern (320) spiralförmig gerollt ist. 35
17. Verfahren nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Band geradlinig, parallel zur Achse des Überspannungsleiters, auf der Außenseite des Fasergewebes (310), zwischen den beiden Bindegliedern (310), vorzugsweise gegenüber dem freien Rand des Fasergewebes (310), verläuft. 40 45
18. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 17, **dadurch gekennzeichnet, dass** es ferner den Schritt umfasst, der darin besteht, dass ein in Bezug auf das injizierte Harz (350) dichter Film vor dem Injektionsschritt um den Stapel von Varistoren (100) platziert wird. 50

Claims

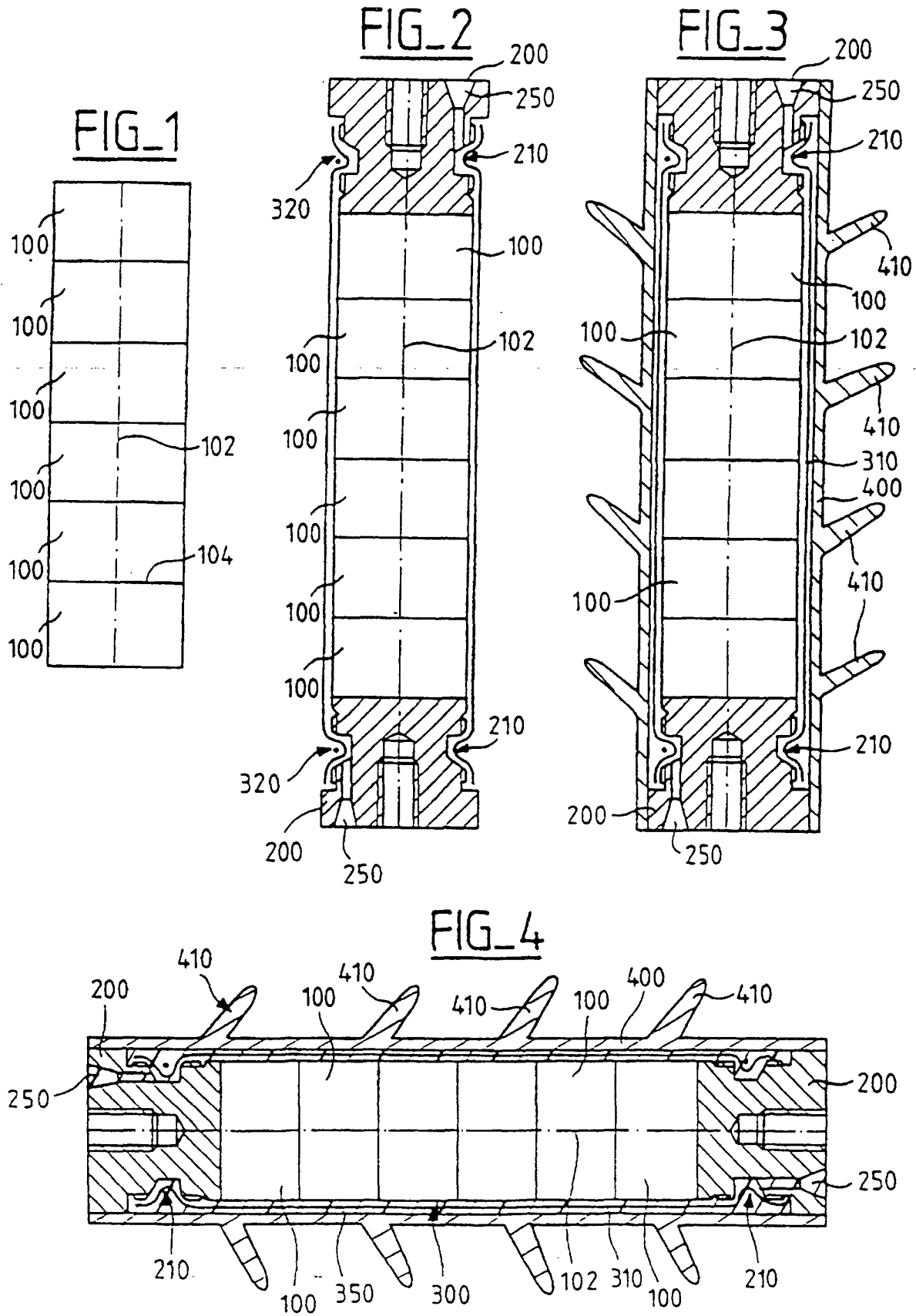
1. A method for manufacturing an overvoltage protector of the type comprising the steps which consist in: 55

- stacking varistors (100), and
- forming an enclosure (300) of composite material on the stack of varistors (100),

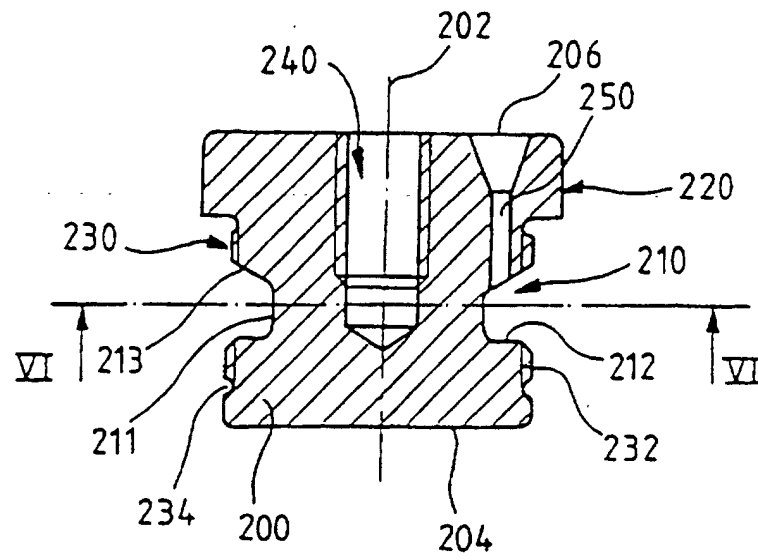
characterised by the fact that the step of forming an enclosure (300) of composite material consists in:

- placing a fibre fabric (310) on the outside of the stack of varistors (100), in contact with it,
 - placing a flexible external enclosure (400) on the outside of the stack of varistors (100), and
 - injecting a material (350) able to impregnate the fibre cloth (310), in the annular space formed between the stack of varistors (100) and the flexible external enclosure (400).
2. A method according to Claim 1, **characterised by** the fact that the external enclosure (400) is an enclosure provided with annular fins (410) defining areas of rigidity greater than the said enclosure disposed around the stack of varistors (100).
 3. A method according to one of Claims 1 or 2, **characterised by** the fact that the injection of impregnation material (350) is performed through contact pieces (200) placed on the ends of the stack of varistors (200).
 4. A method according to one of Claims 1 to 3, **characterised by** the fact that the impregnation material (350) is a thermoplastic material, preferably an epoxy resin, such as polyester.
 5. A method according to Claim 4, **characterised by** the fact that an injection of impregnation material (350) is performed by means of at least one bore (250) provided in a contact piece (200) provided on a first end of the stack of varistors (100), the contact piece (200) provided on the second end of the stack of varistors (100) having at least one homologous bore (250) for the escape of the air contained before injection in the said annular space and where necessary a drainage of impregnation material, the said bore provided in the second contact piece (200) preferably being diametrically opposed with respect to the injection bore.
 6. A method according to one of Claims 1 to 5, **characterised by** the fact that it also comprises the step consisting in first carrying out a treatment of the internal surface of the flexible external enclosure (400), for example a mechanical treatment, a chemical treatment or the deposition of a primer, providing a chemical bridging between the material of the flexible external enclosure (400) and the injected material (350).

7. A method according to one of Claims 1 to 6, **characterised by** the fact that the impregnation material (350) comprises a compound able to reinforce the connection between the injected thermoplastic material (350) and the external enclosure (400). 5
8. A method according to one of Claims 1 to 7, **characterised by** the fact that the external enclosure (400) is made from elastomer, preferably silicon. 10
9. A method according to one of Claims 1 to 8, **characterised by** the fact that the bores (250) formed in the contact pieces of the end (200) in order to provide the injection open out in an annular groove (210) provided on these contact pieces (200). 15
10. A method according to one of Claims 1 to 9, **characterised by** the fact that the fibre cloths (310) have fibres parallel to the axis (102) of the stack of varistors and fibres transverse to this axis. 20
11. A method according to one of Claims 1 to 10, **characterised by** the fact that the fibre cloth (310) has meshes of around 3.5×5 mm. 25
12. A method according to one of Claims 1 to 11, **characterised by** the fact that the fibre cloth (310) placed on the outside of the stack of varistors (100) before performing the injection of the material (350) in the annular space formed between the stack of varistors (100) and the flexible external enclosure (400) is a cloth preimpregnated with resin. 30
13. A method according to one of Claims 1 to 12, **characterised by** the fact that it also comprises the step consisting in closing off each injection bore (250), for example by means of a plug or filler, before completing the watertightness of the overvoltage protector, once the operation of injecting the material (350) has been completed. 35 40
14. A method according to one of Claims 1 to 13, **characterised by** the fact that it also comprises the step consisting in placing two connections (320), in the form of loops in grooves (210) provided in contact pieces (200) provided on the ends of the stack of varistors (100), on the outside of the fibre cloth (310) in order to hold the latter. 45
15. A method according to Claim 14, **characterised by** the fact that the two connections (320) come from a common strip which runs along the stack of varistors (100) on the outside of the fibre cloth (310). 50
16. A method according to Claim 15, **characterised by** the fact that the strip is wound in a spiral around the fibre cloth (310) between the two connections (320). 55
17. A method according to Claim 16, **characterised by** the fact that the strip extends in a rectilinear fashion parallel to the axis of the overvoltage protector, on the outside of the fibre cloth (310) between the two connections (320), preferably opposite the free edge of the fibre cloth (310).
18. A method according to one of Claims 1 to 17, **characterised by** the fact that it also comprises the step consisting in placing a film impervious to the injected resin (350) around the stack of varistors (100) before the injection step.



FIG_5



FIG_6

