

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication : 2 994 503

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : 12 57720

⑤1 Int Cl⁸ : H 01 F 27/32 (2013.01), H 01 F 30/16, 41/00

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 09.08.12.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 14.02.14 Bulletin 14/07.

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

⑥0 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : SCHNEIDER ELECTRIC INDUS-
TRIES SAS Société par actions simplifiée — FR.

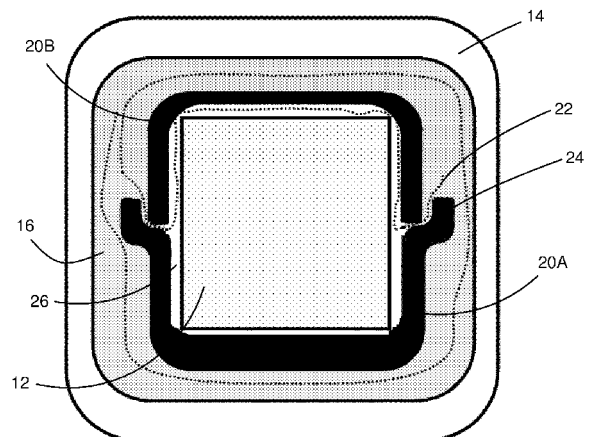
⑦2 Inventeur(s) : SACOTTE MICHEL, WALTER
FREDERIC, LAGACHE PIERRE, LOUYOT BRIGITTE
et RANALLETTA GIANLUCA.

⑦3 Titulaire(s) : SCHNEIDER ELECTRIC INDUSTRIES
SAS Société par actions simplifiée.

⑦4 Mandataire(s) : SCHNEIDER ELECTRIC INDUS-
TRIES SAS Société par actions simplifiée.

⑤4 TRANSFORMATEUR DE DISTRIBUTION DE TYPE POTEAU A PERTE FAIBLE.

⑤7 Pour diminuer les pertes d'un transformateur de tension, le noyau magnétique (12) est formé par une tôle amorphe. Pour garantir l'intégrité dudit noyau (12) et un bobinage normal, deux demi-carcasses métalliques (20A, 20B) entourent ledit coeur (12) pour servir de support au premier enroulement (14), les deux demi-carcasses (20A, 20B) étant isolées l'une de l'autre par un film isolant (22).



FR 2 994 503 - A1



TRANSFORMATEUR DE DISTRIBUTION DE TYPE POTEAU A PERTE FAIBLE

DOMAINE TECHNIQUE

L'invention concerne un transformateur électrique, de préférence monophasé, à isolation solide utilisé notamment dans les réseaux aériens de distribution, par exemple sur les poteaux ou plateformes.

ETAT DE LA TECHNIQUE

Dans les réseaux de distribution électrique, des transformateurs permettent de convertir les tensions et intensités de courant entre les conditions de génération jusqu'à l'utilisation locale ; en particulier, le transport sur de longues distances se fait à tension élevée pour diminuer les pertes, alors que les équipements des utilisateurs demandent une tension beaucoup plus modeste. Des transformateurs entre des niveaux différents de tensions sont répartis sur le réseau ; ainsi, à proximité des lieux de distribution, des transformateurs montés sur des poteaux permettent-ils de délivrer la tension souhaitée.

Les transformateurs de poteaux sont formés par des enroulements haute tension (HT) et basse tension (BT) avec un cœur magnétique pour la circulation du flux, et des moyens de raccordement. Notamment dans les régions rurales africaines, la partie active des transformateurs de poteau est logée dans un réservoir rempli de fluide diélectrique de type huile : le fluide a pour fonction d'isoler les éléments dont les potentiels sont différents pour éviter tout arc et de refroidir la partie active du transformateur en diffusant la chaleur produite dans les enroulements.

Le problème principal de ce type de technologie est que l'huile est nocive pour l'environnement et que son recyclage en fin de vie de transformateur doit être prévu. De plus, des fuites éventuelles ne peuvent être écartées, et outre que leur effet doit être anticipé pour limiter tout dommage sur la nappe phréatique par exemple, elles peuvent entraîner la panne du transformateur. Ce dernier

problème peut par ailleurs être causé par un prélèvement d'huile, qui peut être convoitée pour elle-même.

D'autres technologies ont donc été développées pour l'isolation de transformateurs, en particulier une isolation de type sec, dans laquelle la partie active du transformateur est enrobée dans une résine isolante : voir notamment FR 2 721 137 ; des améliorations sont notamment décrites dans la demande de brevet non publiée FR 12 00633. Ces appareils remplissent leur fonction ; il serait cependant souhaitable de diminuer leurs pertes, notamment les pertes à vide.

Pour les transformateurs électroniques, de petite taille, une proposition pour la diminution de perte consiste en l'utilisation de tôle amorphe pour le noyau magnétique : voir par exemple WO 2004/042754 ou EP 2 395 521. Ce type de matériau présente de fait des performances qui permettent de diminuer jusqu'à quatre fois les pertes à vide par rapport à la tôle magnétique utilisée classiquement dans un transformateur.

Le problème majeur de la tôle amorphe est son extrême fragilité mécanique, qui en rend l'utilisation dans les appareils 1 de taille conséquente complexe. De fait, de manière classique (voir aussi US 2012/161915), un circuit magnétique 2 en tôle amorphe est manuellement ouvert en un point 3 pour permettre le montage des bobines 4, puis refermé : voir figure 1. Durant cette opération, il y a risque de casse de morceaux de circuit 2 ; de plus, cette étape n'est pas aisée, notamment lorsque la taille du noyau magnétique est conséquente. Un bobinage 4 direct implique quant à lui des contraintes mécaniques telles qu'il n'est pas envisageable, en particulier pour les transformateurs à isolation sèche qui y ajouteraient les contraintes générées lors de l'imprégnation par la résine isolante.

EXPOSE DE L'INVENTION

Parmi autres avantages, l'invention vise à permettre l'utilisation de tôle amorphe pour le cœur de transformateurs à isolation solide.

Sous un de ses aspects, l'invention est ainsi relative à un procédé de fabrication de la partie active d'un transformateur dans lequel, autour d'un noyau magnétique amorphe torique, sont enroulés

successivement deux conducteurs pour respectivement la basse et la haute tension, le premier enroulement étant préalablement au second bobinage revêtu d'une couche d'isolant, de préférence par polymérisation complète sous vide d'une résine de type époxy. Préalablement aux enroulements, le noyau magnétique est recouvert par une coque, carcasse munie d'une partie intermédiaire qui isole des parties métalliques pour éviter de former une boucle fermée avec ladite carcasse. Avantageusement, la carcasse est formée par deux demi-carcasses complémentaires l'une de l'autre, par exemple qui s'emboîtent l'une dans l'autre, entre lesquelles est placé un film isolant, notamment en polyester. Le film isolant peut éventuellement entourer complètement la carcasse pour former une couche d'amortissement ; dans le jeu entre la carcasse et le cœur magnétique peut être mis en place un isolant compressible.

De préférence, le deuxième conducteur est enroulé en secteurs, si possible régulièrement répartis autour du tore, et la couche d'isolant est associée à des espaceurs entre lesquels peut se loger le fil haute tension, qui peuvent être formés directement avec la couche isolante, par un moule adapté. Le procédé est complété par un enrobage final, de préférence avec la même résine que celle de la couche isolante, et selon le même procédé de polymérisation. Une grille de rigidification peut être intégrée dans ce dernier enrobage.

L'invention se rapporte également à la partie active d'un transformateur issue d'un tel procédé, avec un cœur magnétique, un enroulement basse tension et un enroulement haute tension, dans laquelle le cœur est séparé de l'enroulement adjacent par une carcasse étanche comprenant une partie intermédiaire isolante qui sépare différentes parties métalliques de la carcasse pour éviter la formation d'une boucle fermée. De préférence, la carcasse est formée par deux demi-carcasses complémentaires l'une de l'autre entre lesquelles est placé un film isolant, notamment en polyester ; une demi-carcasse peut notamment comprendre un rebord dans lequel s'emboîte l'autre demi-carcasse, le film isolant assurant une étanchéité dans l'emboîtement et pouvant en dépasser pour entourer complètement la carcasse et former une couche d'amortissement.

Les deux enroulements sont séparés par une couche isolante qui est de préférence formée par une résine qui a été totalement polymérisée, notamment de l'époxy. Le deuxième enroulement forme de préférence des secteurs répartis autour du tore et non un enroulement continu, les secteurs étant

séparés avantageusement par la même résine que la couche isolante, les espaceurs ainsi formés pouvant être unitaires avec ladite couche.

La partie active est enrobée dans une résine isolante, de préférence la même que celle de la couche isolant les deux enroulements. Dans cet enrobage peut être prévu un maillage de renforcement, autour du deuxième enroulement.

L'invention concerne enfin un transformateur de distribution, notamment un transformateur de poteau monobloc, comprenant la partie active précédente et des moyens de connexion de cette partie active au réseau.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus clairement de la description qui suit de modes particuliers de réalisation de l'invention, donnés à titre illustratif et nullement limitatifs, représentés dans les figures annexées.

La figure 1, déjà décrite, montre la mise en place de l'enroulement primaire sur un cœur magnétique selon l'art antérieur.

La figure 2 illustre en coupe transversale d'un transformateur de poteau.

La figure 3 montre une coupe d'un noyau magnétique entouré d'une carcasse selon un mode de réalisation de l'invention.

La figure 4 représente une étape de fabrication de la partie active d'un transformateur selon un mode de réalisation préféré de l'invention.

DESCRIPTION DETAILLEE D'UN MODE DE REALISATION PREFERE

L'invention sera décrite plus avant pour un mode de réalisation préféré, avec un transformateur de poteau 11 kV / 240 V dont la puissance nominale peut être de 15 à 250 kVA, pour des niveaux d'isolation de 1,1 kV à 36 kV, remplissant les critères IEC 60076-11. Ce type de transformateur est

destiné à être monté par des moyens existants sur un poteau supportant les lignes d'alimentation électrique, et à rabaisser la tension de transport à une tension utile à l'utilisateur final.

Tel qu'illustré en figure 2 en coupe médiane, la partie active 10 du transformateur 1 comprend un cœur ferromagnétique 12 de forme toroïdale entouré par un enroulement basse tension 14 séparé par une couche isolante 16 d'un deuxième enroulement haute tension 18. La couche isolante 16 est formée par moulage d'une résine appropriée autour des conducteurs de l'enroulement BT 14 et du cœur 12.

Tant au moment de la fabrication que lors de l'utilisation, le circuit magnétique 12 est sollicité par les vibrations et/ou autres contraintes mécaniques occasionnées par la mise en place et l'échauffement de l'enroulement BT 14, communiquées à la résine 16 d'enrobage qui les transmet également. Or ces contraintes peuvent dégrader les performances du matériau ferromagnétique formant le tore 12, et donc augmenter les pertes de la partie active 10.

Outre le fait que la partie active 10 tire parti des enseignements de la demande de brevet FR 12 00633 (et repris pour part ci-après), pour réduire au maximum les pertes à vide, le noyau ferromagnétique 12 est réalisé en tôle amorphe, c'est-à-dire dans un matériau caractérisé par l'absence de structure cristalline ; classiquement, ce résultat est obtenu par un refroidissement extrêmement rapide de la tôle. De part sa nature, ce type de matériau est extrêmement fragile, et une structure adaptée a été développée pour permettre le bobinage BT 14 directement sur le tore, sans modification structurelle du cœur 12, et sans contraintes mécaniques.

A cette fin, le circuit magnétique amorphe 12 est entouré d'une carcasse métallique 20 qui servira de support pour le bobinage BT 14. La carcasse 20 est réalisée en métal, notamment en acier, et non en matériau isolant plus fragile : les sollicitations ultérieures sont très importantes : figure 4. Etant donné que la carcasse 20 protège le circuit magnétique 12 pendant le bobinage mais aussi pendant l'enrobage futur en résine 16, la carcasse 20 entoure la totalité de la surface du tore 12 : elle est composée de deux demi-carcasses 20A, 20B, qui sont regroupées pour former une coque étanche 20, enveloppe du tore 12. Pour éviter de créer une boucle fermée parasite, les deux demi-carcasses 20A, 20B sont séparées, au niveau de leur jonction, par un film isolant, notamment polyester 22 (figure 3).

Plus généralement, une partie isolante 22 sépare la coque 20 en deux parties métalliques isolées l'une de l'autre ; un nombre supérieur de parties de carcasse 20 pourrait être envisagé, mais au détriment du coût et de la facilité de fabrication.

Les deux demi-coques 20A, 20B peuvent être identiques ; avantageusement, notamment pour permettre le maintien du film 22 et pour assurer la cohésion de la carcasse 20 avant le bobinage, l'un des deux éléments 20A comprend un rebord 24 dans lequel vient s'emboîter l'autre élément 20B, en coinçant le film 22 entre eux. Le film 22 est plus long que la hauteur du rebord 24 pour assurer l'isolement entre les deux demi-carcasses 20A, 20B ; le film 22 est de longueur et/ou d'épaisseur suffisante pour permettre un ensemble carcasse 20 + film 22 étanche, afin d'éviter à la résine d'enrobage 16 de se faufiler jusqu'au circuit magnétique 12, ce qui pourrait nuire à ses performances et son intégrité mécanique.

La longueur du film 22 peut permettre son enroulement autour du tore formé par la carcasse 20, de façon à l'entourer dans sa totalité et former sa surface externe, pour permettre un enrobage 16 plus intégré (figure 3). Alternativement ou en complément, la carcasse 20 peut être entourée d'une couche isolante permettant une dilatation différentielle de la résine 16 et/ou une imprégnation, par exemple un maillage de fibres de verre (non illustré).

Les dimensions internes de la carcasse 20 sont adaptées pour un maintien stable sans contrainte du circuit magnétique 12 à l'intérieur. Par exemple, la carcasse 20 est de section circulaire avec un noyau 12 de section carrée, le diamètre du cercle étant équivalent à la diagonale du carré. Comme illustré en figure 3, la carcasse 20 et le tore 12 sont de sections similaires polygonale, notamment carrée, avec un arrondissement des angles, tant internes qu'externes, de la carcasse 20 qui aboutit au même résultat de maintien sans sollicitation extrême grâce au jeu résiduel.

Toute autre alternative est possible, avec de préférence un jeu entre le tore magnétique 12 et la majeure partie de la carcasse 20, bien qu'un ajustement plus précis soit possible. Dans un mode de réalisation préféré, entre la carcasse 20 et le tore magnétique 12 est placée une couche de matériau déformable 26 permettant de supporter des vibrations et variations mécaniques. De préférence, le matériau déformable 26 est un feutre polyester, mis en place par tout moyen approprié directement sur le matériau ferromagnétique amorphe 12, pour former une couche compressible. Notamment des

bandes de feutre 26 sont associées entre elles, par exemple avec un point de colle sur le circuit, pour entourer au plus près le tore 12, en particulier avec un nombre différencié de bandes pour émousser les coins du tore 12. Avantageusement, l'épaisseur de feutre 26 est comprise entre 1 et 4 mm.

Le conducteur 14 peut alors être bobiné de façon classique autour de la carcasse 20, suffisamment solide pour supporter les efforts inhérents, avantageusement de façon uniforme et par exemple sur une ou trois couches selon la puissance souhaitée, avec un secteur du tore réservé pour le passage de fil vers les bornes 28 de raccordement BT.

La couche isolante 16 autour du premier ensemble ainsi composé est avantageusement formée par une résine époxy ; les compositions usuelles de ce type de résine peuvent être utilisées, notamment une résine dont la matrice comprend un agent accélérateur et un agent de polymérisation, avec parfois une charge de type silice. Du fait de la présence de la carcasse 20, les efforts provoqués par la dilatation à chaud de la résine une fois polymérisée ont peu d'impact sur la tenue à long terme du cœur magnétique 12 : l'ensemble obtenu après enroulement 14 est donc mis en place dans un moule pour former la couche isolante 16 de séparation d'avec l'enroulement HT 18.

Selon l'invention, la résine 16 est au cours de cette étape polymérisée dans sa totalité, et non simplement gélifiée. De fait, il est préférable que la résine possède toutes ses caractéristiques mécaniques et électriques avant l'enroulement HT 18, cette étape générant des contraintes mécaniques qui peuvent créer des micro-craquelures au sein de la couche 16 préjudiciables à un fonctionnement fiable du transformateur 1 ; or la présence de la carcasse 20 permet cette polymérisation complète du procédé selon l'invention car les contraintes générées par cette étape sur le cœur 12 sont absorbées, notamment si une couche compressible est présente (non illustré). En particulier, l'étape de moulage comprend une phase de polymérisation à 145°C au moins pendant 5 h ou plus, par une résine, mélangée habituellement à un durcisseur et un colorant, la coulée ayant lieu sous un vide de 0,5 mbar par exemple, avec une première phase de gélification (à température par exemple de 85°C) pouvant durer de l'ordre de 5 h, et une deuxième phase de polymérisation à température plus élevée, par exemple 145°C pendant 7 h, qui peut être réalisée à pression atmosphérique.

Une fois la résine 16 d'isolement polymérisée, elle peut être utilisée comme support pour l'enroulement d'un conducteur 18 pour la HT. Il est préconisé que l'enroulement HT 18 ne soit pas uniforme autour du tore 16, mais, pour des raisons d'isolation électrique, forme des secteurs, avantageusement répartis de façon régulière. Afin de faciliter l'étape d'enroulement, des espaceurs 30 sont mis en place sur la résine 16, afin de ne procéder au bobinage qu'au niveau des creux formés entre eux : voir figure 4. Selon l'invention, les espaceurs 30 sont formés directement par le moulage de résine 16, avec des secteurs adaptés du moule générant une surface externe présentant des corrugations permettant le bobinage facile et uniforme de chaque secteur d'enroulement 18, lesdits secteurs étant ensuite mis en série pour former l'enroulement HT 18. Cette option permet d'éviter toute création d'interface supplémentaire entre les espaceurs 28 isolant les secteurs HT 18 et la résine 16 isolant l'enroulement HT 18 de l'enroulement BT 14. Bénéfique au niveau diélectrique, l'absence d'interfaces permet également une meilleure tenue mécanique : un deuxième ensemble 32 dont les caractéristiques électriques et mécaniques sont uniformisées est ainsi formé.

Le deuxième ensemble 32 est ensuite enrobé dans une deuxième résine 36 pour l'isolation définitive de la partie active 10 du transformateur 1. Avantageusement, pour permettre une meilleure accroche de la deuxième résine 36 sur la première 16 et une interface imbriquée, un sablage de la résine 16 est réalisé après le démoulage, préalablement à l'enroulement de fil HT 18.

Le deuxième enrobage 36 est effectué de la même manière, dans un moule sous vide, et avec une polymérisation complète de la deuxième résine 36, avec des moyens permettant la mise en place des bornes 28, 38 et des plots d'ajustement de tension inhérents au fonctionnement d'un transformateur 1. Comme la couche 16 a été polymérisée, cette étape d'enrobage est plus simple à mettre en œuvre, notamment du fait que la montée en température ne génère plus de micro-fractures au sein de la résine 16, complètement stabilisée.

La couche 36 d'enrobage final peut être de nature différente de la couche isolante BT 16, en particulier plus dure. Mais il est avantageux d'utiliser le même matériau afin que les deux résines 16, 36 se marient entre elles, et pour éviter la création d'interfaces génératrices de possibles zones de vide. De plus, cette option permet d'avoir un milieu totalement homogène et donc une permittivité constante de l'isolant de la partie active 10. Pour des raisons similaires, les parties isolantes des connecteurs et bornes 28, 38 sont réalisées dans une résine de même composition et

avantageusement montées sur le moule pour se fondre avec la résine 36 lors du moulage ; alternativement, les parties isolantes des connecteurs et/ou bornes pourraient être formées directement avec un moule adapté.

De préférence, avant l'enrobage, pour rigidifier la partie active 10 du transformateur 1, le deuxième ensemble 32 est entouré par une deuxième carcasse protectrice 40. En particulier, un maillage 40 permettant l'imprégnation de la résine 36 est mis en place autour du deuxième ensemble 32 ; la grille 40 formée de fibres de verre est assemblée de façon continue autour du deuxième ensemble 32 pour avoir une structure mécanique homogène.

L'invention permet ainsi l'utilisation d'un cœur magnétique 12 amorphe dans un transformateur de poteau moyenne tension sans aucune modification du procédé de fabrication et montage classique : l'utilisation d'une carcasse métallique intermédiaire permet de bobiner directement sur le circuit magnétique sans risquer de l'endommager, et élimine les opérations délicates classiquement réalisées en cas de circuit magnétique en tôle amorphe. La carcasse 20 protège en outre le circuit magnétique 12 des contraintes mécaniques inhérentes au fonctionnement normal du transformateur 1.

Bien que l'invention ait été décrite en référence à un transformateur 1 de poteau monophasé, elle ne s'y limite pas : d'autres éléments peuvent être concernés par l'invention. En particulier, pour tout type de transformateur à isolation solide, les étapes précédentes peuvent être reprises, ensemble ou individuellement, pour aboutir à un transformateur présentant des caractéristiques dérivées du transformateur monobloc préféré présenté.

REVENDICATIONS

1. Partie active (10) de transformateur (1) comprenant un cœur torique (12), un premier enroulement (14) autour du cœur (12), un deuxième enroulement (18) autour du premier enroulement (14), une couche de matériau isolant (16) séparant le premier du deuxième enroulement, caractérisé en ce que le cœur (12) est réalisé en tôle amorphe, et par la présence entre le cœur (12) et le premier enroulement (14) d'une carcasse (20) étanche formant support dudit enroulement (14), la carcasse (20) comprenant au moins deux parties métalliques (20A, 20B) isolées l'une de l'autre par une partie intermédiaire isolante (22).
2. Partie active selon la revendication 1 dans laquelle la carcasse (20) est formée de deux demi-carcasses (20A, 20B) complémentaires, séparées l'une de l'autre par un film isolant (22).
3. Partie active selon la revendication 2 dans laquelle une première demi-carcasse (20A) comprend un rebord (24) dans lequel est emboîtée la deuxième demi-carcasse (20B) pour former ladite carcasse (20), le film (22) étant logé entre le rebord (24) et la deuxième demi-carcasse (20B) pour dépasser à ses deux extrémités.
4. Partie active selon l'une des revendications 2 ou 3 dans lequel le film (22) est adapté pour entourer totalement la carcasse (20), le premier enroulement (14) entourant ledit film (22).
5. Partie active selon l'une des revendications 1 à 4 comprenant en outre un matériau déformable (26) formant une couche compressible autour du cœur (12) et dans la carcasse (20).
6. Partie active selon l'une des revendications 1 à 5 dans laquelle la couche de matériau isolant (16) est formée par une epoxy polymérisée complètement.
7. Partie active selon l'une des revendications 1 à 6 comprenant en outre un enrobage isolant (36) de ladite partie, autour du deuxième enroulement (18).

- 8.** Partie active selon la revendication 7 dans laquelle l'enrobage isolant (36) comprend le même matériau que la couche (16) séparant les deux enroulements.

- 9.** Transformateur de distribution (1) monobloc comprenant une partie active selon l'une des revendications 1 à 8 et des moyens de raccordement (28, 38) des deux enroulements (14, 18) vers l'extérieur.

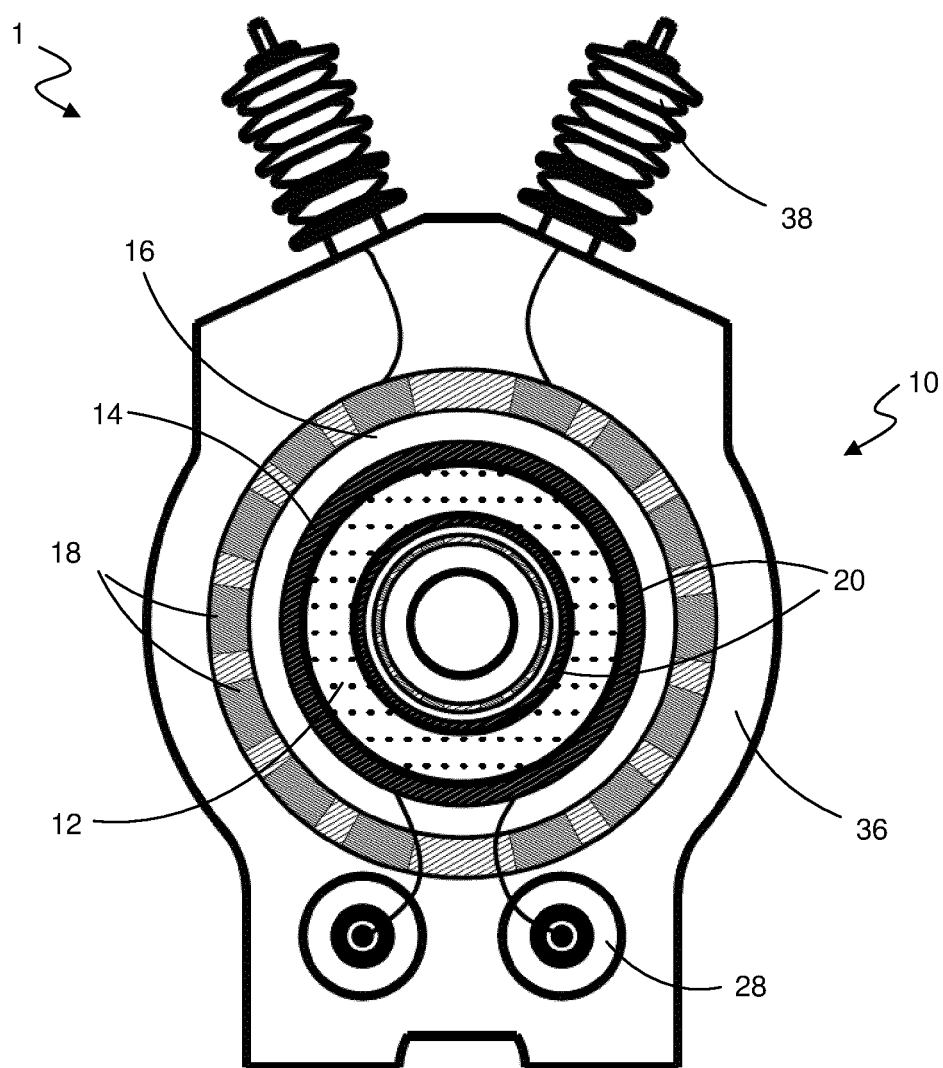
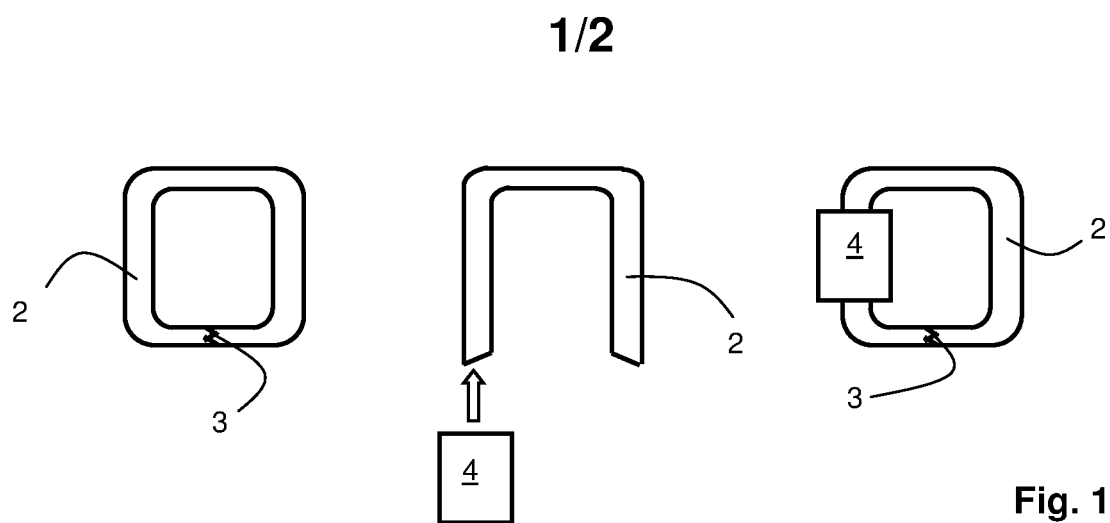
- 10.** Procédé de fabrication d'un transformateur de distribution comprenant :
 - la fourniture d'un noyau magnétique torique (12) en tôle amorphe ;
 - la mise en place d'une carcasse étanche (20), formée de deux parties métalliques (20A, 20B) isolées l'une de l'autre par une partie isolante (22), autour du noyau magnétique torique (12) ;
 - l'enroulement d'un premier conducteur (14) autour de la carcasse (20) pour former un premier ensemble torique ;
 - le recouvrement du premier ensemble par un premier isolant (16) ;
 - l'enroulement d'un deuxième conducteur (18) autour du premier ensemble recouvert pour former un deuxième ensemble (32) ;
 - l'enrobage par un deuxième isolant (36) du deuxième ensemble (32).

- 11.** Procédé de fabrication selon la revendication 10 dans lequel le recouvrement du premier ensemble comprend la polymérisation d'une première résine (16) enrobant ledit premier ensemble (26).

- 12.** Procédé de fabrication selon l'une des revendications 10 ou 11 dans lequel le premier et le deuxième isolants (16, 36) sont identiques.

- 13.** Procédé de fabrication selon l'une des revendications 10 à 12 dans lequel la mise en place de la carcasse (20) comprend la mise en place d'une première demi-carcasse (20A) et d'une deuxième demi-carcasse (20B) complémentaires, et la mise en place d'une film isolant (22) au niveau de l'interface entre les deux demi-carcasses.

- 14.** Procédé de fabrication selon l'une des revendications 10 à 13 comprenant en outre la mise en place d'un revêtement compressible (26) autour d'un noyau magnétique torique (12) préalablement à la mise en place de la carcasse (20).



2/2

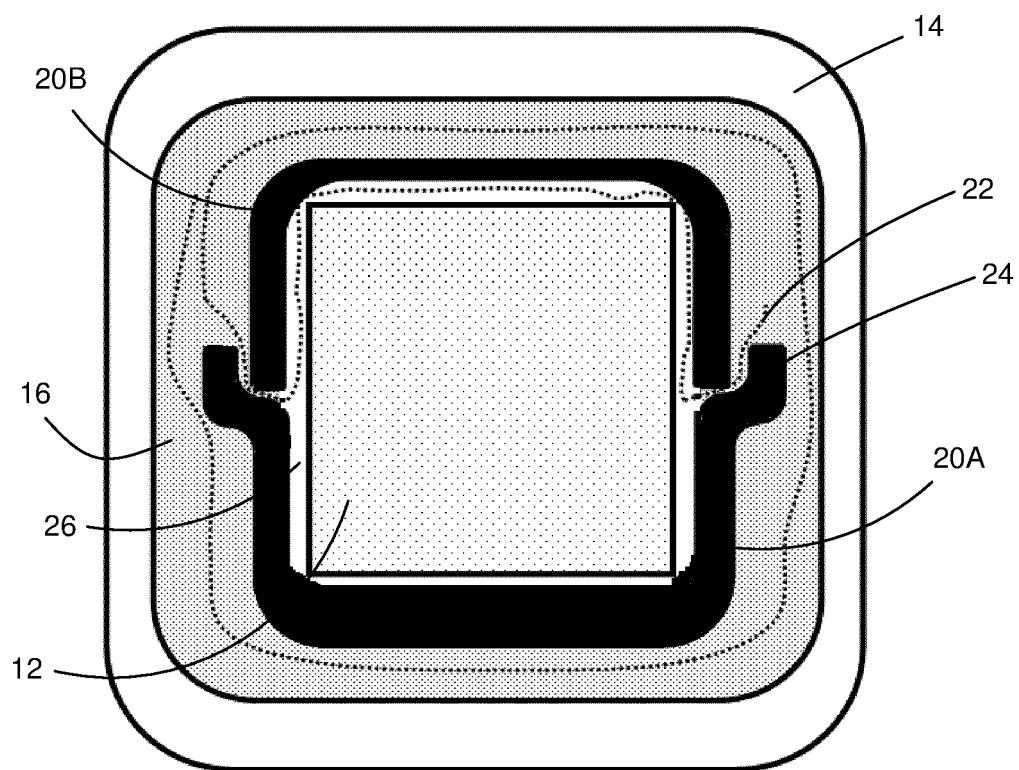


Fig. 3

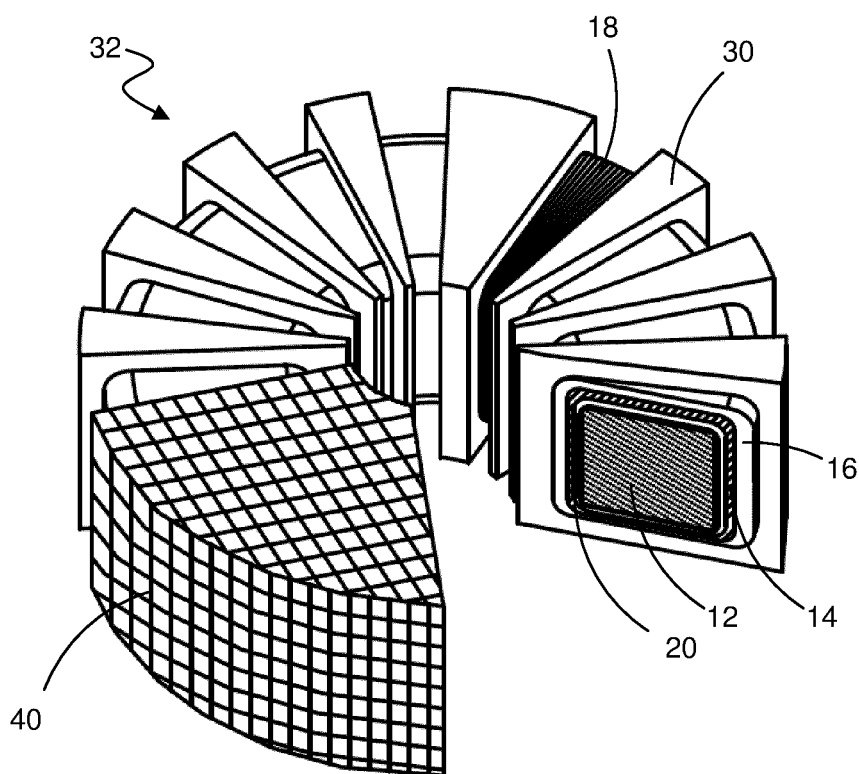


Fig. 4


**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**
N° d'enregistrement
nationalétabli sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la rechercheFA 769469
FR 1257720

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	US 4 639 707 A (TANAKA KAZUHIRO [JP] ET AL) 27 janvier 1987 (1987-01-27) * abrégé * * colonne 3, ligne 12-22; figures 1-3 * -----	1-14	H01F27/32 H01F30/16 H01F41/00
A	FR 2 721 137 A1 (BARNEOUD JEAN [FR]) 15 décembre 1995 (1995-12-15) * abrégé * * page 5, ligne 16 - page 6, ligne 19; figures 2-7 * -----	1-14	
A	EP 0 848 392 A1 (MITSUI CHEMICALS INC [JP]) 17 juin 1998 (1998-06-17) * abrégé * * page 4, ligne 5-12; figure 1 * -----	1-14	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
			H01F
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
2 mai 2013		Winkelman, André	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		D : cité dans la demande	
A : arrière-plan technologique		L : cité pour d'autres raisons	
O : divulgation non-écrite		
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1257720 FA 769469**

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

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **02-05-2013**

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

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
US 4639707	A	27-01-1987	JP	H0241852 Y2	08-11-1990
			JP	S61157317 U	30-09-1986
			US	4639707 A	27-01-1987

FR 2721137	A1	15-12-1995	AUCUN		

EP 0848392	A1	17-06-1998	CA	2230276 A1	13-03-1997
			EP	0848392 A1	17-06-1998
			WO	9709728 A1	13-03-1997
