



(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(21) Numéro de dépôt : **95400122.8**

(51) Int. Cl.⁶ : **H01F 17/06, H01F 41/08**

(22) Date de dépôt : **20.01.95**

(30) Priorité : **16.02.94 FR 9401772**

(43) Date de publication de la demande :
23.08.95 Bulletin 95/34

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

(71) Demandeur : **MECAGIS**
Z.I. D'Amilly,
315 rue du Maréchal Juin
F-45200 Montargis (FR)

(72) Inventeur : **Raholijaona, Rouelle**
11, rue Lamartine
F-45700 Villemandeur (FR)
Inventeur : **Colombel, Luc**
9, Place des Rouges Gorges
F-91540 Mennecy (FR)
Inventeur : **Deon, Roger**
1, rue du 8 Mai 1945
F-10440 Torvilliers (FR)

(74) Mandataire : **Obolensky, Michel et al**
c/o CABINET LAVOIX
2, place d'Estienne d'Orves
F-75441 Paris Cédex 09 (FR)

(54) **Procédé de fabrication d'un bobinage sur un circuit magnétique torique.**

(57) Procédé de fabrication d'un bobinage sur un circuit magnétique torique (1), caractérisé en ce que l'on réalise un bobinage linéaire (4) en enroulant autour d'un mandrin cylindrique (5) un fil conducteur enduit d'un vernis thermoa-dhérent, on ouvre le circuit magnétique torique, on retire le bobinage linéaire (4) du mandrin cylindrique (5), on chauffe le bobinage linéaire (4) pour le rendre souple, on enfle le bobinage linéaire sur le circuit magnétique torique (1) ouvert, on referme le circuit magnétique torique et on laisse refroidir l'ensemble.

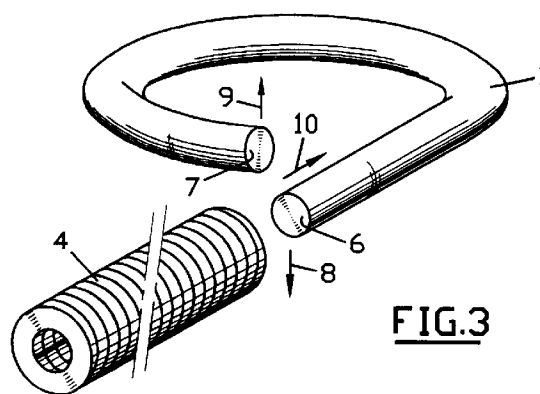


FIG.3

La présente invention concerne la fabrication d'un bobinage sur un circuit magnétique torique comportant un entrefer.

De nombreux appareillages électriques comportent un bobinage entourant un circuit magnétique torique ayant un entrefer. Ce sont notamment les capteurs de courant à effet Hall à flux nul, les self-inductances, les transformateurs avec entrefer.

Pour réaliser ces bobinages on utilise une navette chargée préalablement de fil conducteur que l'on fait tourner autour du circuit magnétique à bobines de façon à déposer, à chaque tour, une spire sur le circuit magnétique.

Cette technique présente plusieurs inconvénients. En particulier, le fil conducteur subit des tensions importantes, ce qui nécessite d'utiliser un fil conducteur revêtu d'une couche isolante relativement épaisse de sorte que, à nombre de spires égal, il y a augmentation de l'encombrement du bobinage entraînant une limitation du nombre maximum possible de spires pour un circuit magnétique de taille donnée. De plus, avec cette technique connue, le contrôle précis du nombre de spires, de la répartition des spires et de la longueur de fil utilisé est difficile, ce qui limite la précision que l'on peut obtenir sur les caractéristiques électriques de l'appareil ainsi obtenu. En particulier avec cette technique, il est impossible de réaliser une bobine de diamètre extérieur constant. On est obligé de réaliser plus de spires dans la partie centrale qu'aux extrémités. Il en résulte que pour un nombre de spires donné, le diamètre maximal de la bobine est très supérieur au diamètre extérieur d'une bobine cylindrique équivalente. Enfin, cette technique est relativement coûteuse.

Le but de la présente invention est de remédier à ces inconvénients en proposant un procédé de fabrication de bobinages sur un circuit magnétique torique comportant un entrefer, plus compacts, plus précis et moins onéreux que les bobinages obtenus par l'art antérieur.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de fabrication d'un bobinage sur un circuit magnétique comportant un entrefer, caractérisé en ce que l'on réalise un bobinage linéaire en enroulant autour d'un mandrin cylindrique un fil conducteur enduit d'un vernis thermodurissable, on ouvre le circuit magnétique torique en écartant les lèvres de l'entrefer, on retire le bobinage linéaire du mandrin cylindrique, on enfle le bobinage linéaire sur le circuit magnétique torique, on referme le circuit magnétique torique et on laisse refroidir l'ensemble.

Selon d'autres caractéristiques de l'invention :

- on écarte les lèvres de l'entrefer dans une direction perpendiculaire au plan du circuit magnétique torique ;
- on chauffe le circuit magnétique torique pour le porter à une température voisine de la température de chauffage de la bobine linéaire.

Le vernis thermodurissable est par exemple du polyuréthane modifié avec du polyester et recouvert d'une couche de polyamine (conformément aux normes NFC 31.622 et CEI 55-1 et CEI 55-2) et la température de réchauffage du bobinage linéaire est comprise entre 140° et 160° pour un fil de classe F (norme NFC 31.461).

Dans l'exemple décrit, le bobinage linéaire peut être réalisé avec un fil de cuivre grade 1, classe F de 0,18 mm à 0,25 mm de diamètre. Par exemple le circuit magnétique torique est réalisé en alliage de fer-nickel doux contenant environ 80% de nickel.

L'invention va maintenant être décrite plus en détail en regard des figures annexées dans lesquelles:

- la figure 1 représente schématiquement un noyau magnétique torique avec entrefer muni d'un bobinage ;
- la figure 2 représente un bobinage cylindrique sur un mandrin rectiligne ;
- la figure 3 représente schématiquement la mise en place d'un bobinage sur un noyau magnétique torique avec entrefer.

Pour réaliser un circuit électrique d'un enroulement autour d'un noyau magnétique torique avec entrefer, utilisé notamment pour la fabrication de capteurs de courant à effet Hall à flux nul tels que ceux décrits dans la demande de brevet française n° 93 03 612, on prend un noyau magnétique torique avec entrefer 1, constitué d'une tige de diamètre ϕ en alliage de fer-nickel doux contenant environ 80% de nickel. Le noyau magnétique torique avec entrefer 1 est un anneau circulaire coupé en un point, la coupure constituant un entrefer 2 de largeur e. Autour du noyau magnétique torique avec entrefer 1, est disposé un bobinage 4 constitué de fils conducteurs d'électricité enroulés. Les fils conducteurs sont des fils de cuivre revêtus d'un vernis isolant thermodurissable conforme aux normes NFC 31.622, CEI 55-1 et 55-2, le vernis est un polyuréthane modifié avec du polyester et recouvert d'une couche de polyamine. Le bobinage a une longueur développée L inférieure à la longueur développée du noyau magnétique torique et un diamètre intérieur $\phi + \Delta\phi$ légèrement supérieur au diamètre ϕ de la tige constituant le noyau torique.

Pour fabriquer le bobinage, on réalise de façon connue un bobinage cylindrique 4 en enroulant le fil conducteur autour d'un mandrin cylindrique 5 de diamètre $\phi + \Delta\phi$ en répartissant les spires en fonction de l'application envisagée et l'on provoque l'adhérence des spires les unes aux autres par un chauffage entre 140° et 160°C.

Ce chauffage provoque également une polymérisation de l'ensemble. On obtient ainsi un bloc mécaniquement homogène et rigide dont les caractéristiques géométriques et électriques sont bien maîtrisées.

Lorsque le bobinage cylindrique 4 est terminé, on peut le contrôler avec précision de façon connue.

Puis on enfle le bobinage 4 sur le noyau 1. Pour cela, on écarte les extrémités des lèvres 6 et 7 perpendiculairement au plan du noyau (flèches 8 et 9), on chauffe le bobinage 4 et/ou le noyau 1 soit par effet joule soit par une source de chaleur quelconque pour ramollir le vernis et donner une certaine souplesse et l'on enfle le bobinage 4 sur le noyau 1 suivant la flèche 10. Puis on remet les lèvres 6 et 7 de l'entrefer du noyau 1 en position l'une en face de l'autre et on laisse refroidir l'ensemble.

Le fait de réaliser un bobinage cylindrique permet de contrôler avec une très grande précision le nombre de spires, la longueur de fil, la répartition du nombre de spires par unité de longueur, ce qui permet d'obtenir avec une très bonne précision un bobinage ayant des caractéristiques électriques déterminées.

Ce procédé suppose simplement que la déformation du noyau pour permettre l'enfilage du bobinage ne modifie pas les propriétés magnétiques du noyau. C'est le cas pour les noyaux en alliage magnétique Fe Ni et notamment celui pris en exemple.

Ce procédé présente l'avantage de permettre de fabriquer des bobinages qui, à propriétés électriques identiques, sont sensiblement moins volumineux que les bobinages obtenus par l'art antérieur. Cela provient de ce que, dans l'art antérieur, l'enroulement du fil conducteur autour d'un tore provoque une tension importante du fil, ce qui nécessite une couche de vernis de protection très épaisse (fils de grade 2), alors que la technique selon l'invention se fait sans torsion du fil, ce qui permet d'utiliser des fils ayant une couche de vernis beaucoup plus mince (fils de grade 1).

Un fil de grade n est protégé par n couches de vernis.

De plus, avec la technique de l'art antérieur il est impossible de réaliser un bobinage torique de diamètre constant avec un fil de diamètre inférieur à 0,4 mm.

A titre d'exemple on a réalisé, à volume constant, un bobinage de 2500 spires avec un fil dont le diamètre du cuivre était de 0,25 mm, alors que par l'art antérieur on devait utiliser un fil dont le diamètre du cuivre était de 0,225 mm. Il en a résulté une réduction de la résistance électrique.

D'une façon générale, avec la technique objet de l'invention, on a réalisé avec des fils de diamètre inférieur à 0,5 mm des bobines toriques à spires jointives parfaitement rangées, dont les flancs d'extrémité sont perpendiculaires à la ligne moyenne du bobinage.

Par rapport à l'art antérieur, ceci permet de mieux contrôler les différents paramètres géométriques et donc électriques du bobinage (résistance, capacité entre spires) et de mieux positionner le bobinage par rapport à l'entrefer du noyau ($\pm 0,1$ mm au lieu de ± 3 mm).

Enfin, en soudant les lèvres de l'entrefer par soudage sans métal d'apport, par exemple par soudage

TIG ou laser, on peut réaliser des bobinages toriques très précis sur des noyaux sans entrefer.

5 Revendications

1. Procédé de fabrication d'un bobinage sur un circuit magnétique torique (1), caractérisé en ce que l'on réalise un bobinage linéaire (4) en enroulant autour d'un mandrin cylindrique (5) un fil conducteur enduit d'un vernis thermoadhérent, on effectue un chauffage entre 140° et 160°C, le circuit magnétique comportant un entrefer (2), pour ouvrir le circuit magnétique on écarte les lèvres de l'entrefer (2), dans une direction perpendiculaire au plan du circuit magnétique torique (1), on retire le bobinage linéaire (4) du mandrin cylindrique (5), on chauffe le bobinage linéaire (4) pour le rendre souple, on enfle le bobinage linéaire sur le circuit magnétique torique (1) ouvert, on referme le circuit magnétique torique et on laisse refroidir l'ensemble.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on chauffe le circuit magnétique torique (1) pour le porter à une température voisine de la température de chauffage du bobinage linéaire (4).
3. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le vernis thermoadhérent est un polyuréthane modifié avec du polyester et une couche de polyamine.
4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que la température de réchauffage du bobinage linéaire est comprise entre 140° et 160° pour un fil de classe F.
5. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le bobinage est réalisé avec un fil de cuivre grade 1, classe F de 0,18 à 0,25 mm de diamètre.
6. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le circuit magnétique est réalisé en un alliage de fer-nickel.
7. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'en refermant le circuit magnétique torique on laisse subsister un entrefer pour obtenir un bobinage sur circuit torique comprenant un entrefer.
8. Procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'en refermant le circuit magnétique torique on soude les lèvres de l'entrefer entre elles pour obtenir un bobinage sur

circuit torique sans entrefer.

9. Bobinage sur noyau magnétique torique à spires jointives, caractérisé en ce qu'il est réalisé par le procédé suivant l'une des revendications 1 à 8. 5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

4

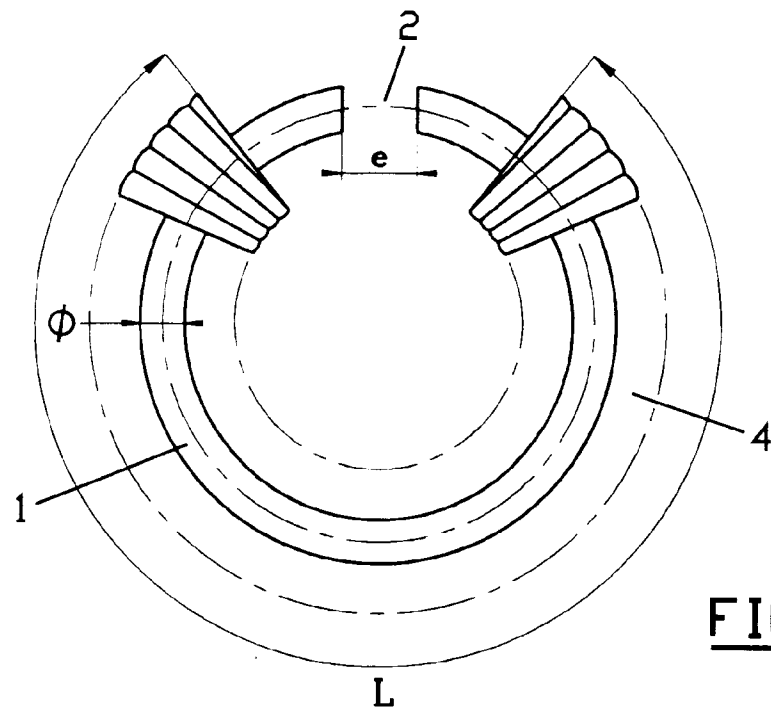


FIG.1

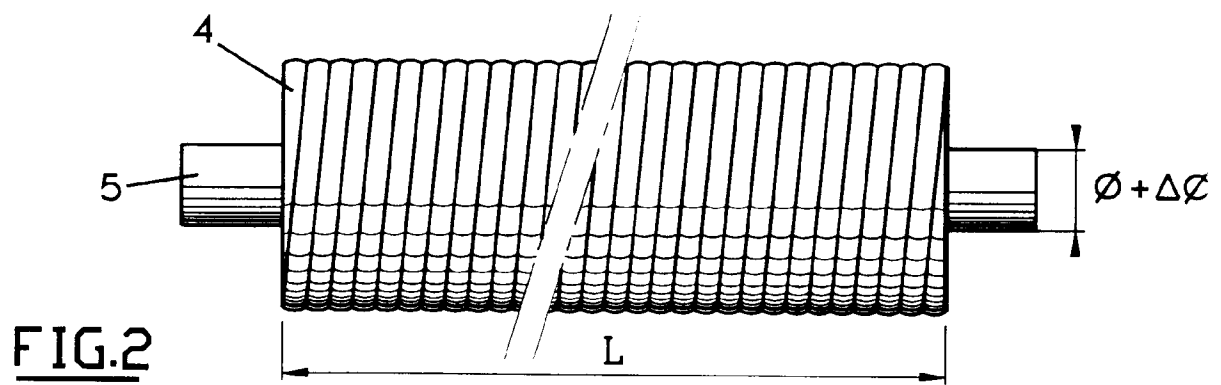


FIG.2

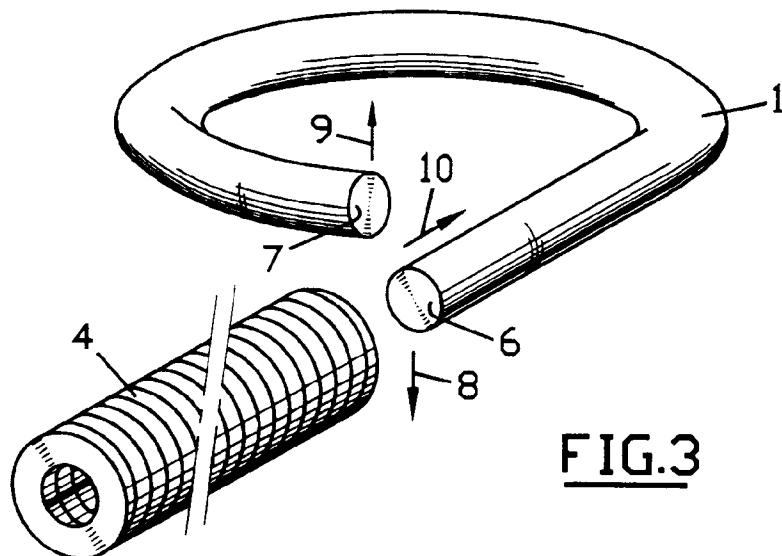


FIG.3



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande
EP 95 40 0122

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.Cl.6)
Y	WO-A-87 04559 (AMERICAN LIGHT CORP.) * le document en entier *	1,9	H01F17/06 H01F41/08
A	---	7	
Y	EP-A-0 566 303 (MURATA MANUFACTURING CIE) * colonne 2, ligne 30 - ligne 52 * * colonne 6, ligne 30 - ligne 37 *	1,9	
A	* colonne 6, ligne 51 - ligne 59 *	3,5	
A	---		
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 6 no. 215 (E-138) [1093] ,28 Octobre 1982 & JP-A-57 120314 (HITACHI DENSEN K.K.) 27 Juillet 1982, * abrégé *	1,8,9	
A	---		
A	US-A-1 994 534 (ROBINSON) * le document en entier *	9	

			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.6)
			H01F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 18 Mai 1995	Examineur Bijn, E
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03.92 (P04C02)