



(11) **EP 1 335 391 A1**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
13.08.2003 Bulletin 2003/33

(51) Int Cl.7: **H01F 27/26, H01F 17/06**

(21) Numéro de dépôt: **03290202.5**

(22) Date de dépôt: **27.01.2003**

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

(72) Inventeur: **Berna, Michel**
63410 Manzat (FR)

(74) Mandataire: **Bouget, Lucien et al**
Cabinet Lavoix
2, Place d'Estienne d'Orves
75441 Paris Cédex 09 (FR)

(30) Priorité: **06.02.2002 FR 0201428**

(71) Demandeur: **TCT Tores Composants**
Technologies
58160 Sauvigny les Bois (FR)

(54) **Tore magnétique nanocristallin**

(57) Le tore magnétique nanocristallin (1) comporte un enroulement (2) constitué d'une bande en matériau nanocristallin enroulée sur elle-même et serrée à sa partie interne sur une frette annulaire, ainsi qu'une enveloppe (4) entourant l'enroulement (2) et comportant

une paroi de forme globalement torique. La paroi de l'enveloppe (4) est assemblée avec la frette (3) qui constitue au moins une partie périphérique interne de l'enveloppe (4) et un moyen de maintien de l'enroulement (2) à l'intérieur de l'enveloppe (4).

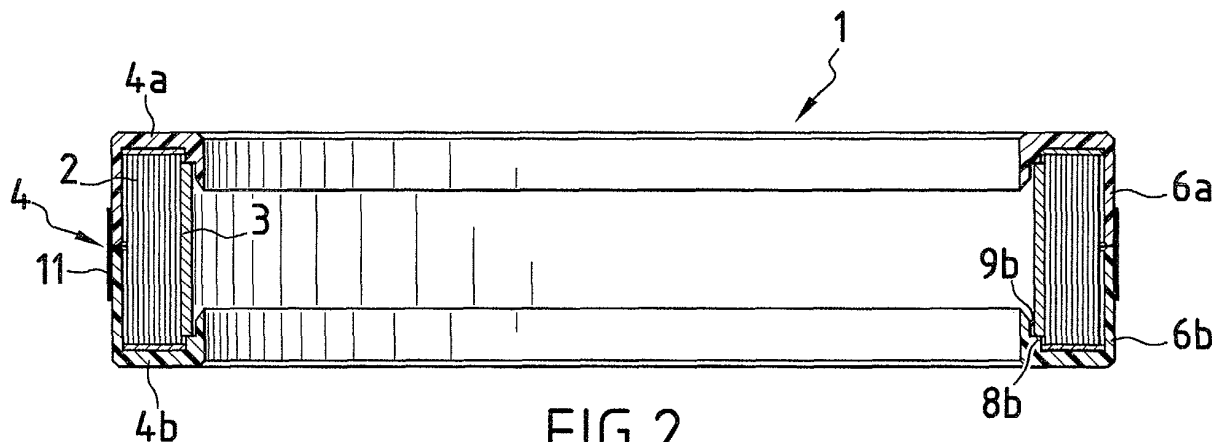


FIG. 2

Description

[0001] L'invention concerne un tore magnétique comportant une bande en matériau nanocristallin enroulée sur elle-même et en particulier un tore magnétique nanocristallin mince, c'est-à-dire présentant une faible épaisseur d'enroulement de la bande en matériau nanocristallin.

[0002] On connaît des tores magnétiques nanocristallins qui sont réalisés en des alliages très doux, par exemple de type fer-nickel, et qui sont utilisés principalement dans les transformateurs de mesure de courant de haute précision pour lesquels on doit disposer d'une perméabilité magnétique élevée du noyau du transformateur. De tels noyaux peuvent être réalisés avantageusement sous la forme d'un tore magnétique en matériau nanocristallin. Dans le cas de transformateurs de petite puissance utilisés dans le domaine de l'électronique ou dans le domaine du contrôle de réseaux électriques, par exemple pour la réalisation de disjoncteurs différentiels, on utilise de tels tores magnétiques minces, c'est-à-dire avec une épaisseur d'enroulement par exemple inférieure à 2 mm.

[0003] La bande en matériau nanocristallin constituant l'enroulement du tore magnétique est obtenue à partir d'un ruban en alliage de composition spécifique d'une épaisseur voisine de 20 μm , réalisé par coulée avec refroidissement rapide. Le ruban amorphe présente une souplesse suffisante pour être enroulé sur un mandrin sous la forme d'un enroulement comportant des spires parfaitement superposées. Après l'opération d'enroulage de la bande amorphe, l'enroulement est généralement séparé du mandrin pour être soumis à un traitement thermique au voisinage de 500°C, au cours duquel le matériau amorphe développe une structure cristalline comportant des grains de dimension nanométrique constituant une proportion volumique notable du matériau qui est alors désigné comme nanocristallin. Pendant le traitement thermique de nanocristallisation, on soumet généralement l'enroulement à un champ magnétique transverse qui permet d'adapter les performances magnétiques à l'application envisagée (par exemple la forme du cycle d'hystérésis et les valeurs des perméabilités magnétiques).

[0004] Dans le cas de petits tores de forme circulaire ayant un diamètre extérieur de l'ordre de 2 cm, on sépare les enroulements de leur mandrin d'enroulage et on les dépose sur un support dont la forme permet d'aligner les spires des enroulements, de façon à éviter des entrefers néfastes pour l'établissement du champ magnétique transverse.

[0005] Dans le cas de tores de plus grandes dimensions ayant un diamètre extérieur de l'ordre de 10 cm ou pour des tores de forme oblongue, il peut être nécessaire d'utiliser un support de l'enroulement pendant le traitement thermique, pour conserver sa forme. Un tel support peut être constitué par un tube en contact avec le diamètre intérieur de l'enroulement ou par un mandrin

démontable, en acier inoxydable amagnétique ou en matière céramique réfractaire, de manière à pouvoir exercer un champ magnétique transverse sur l'enroulement du tore pendant le traitement thermique.

[0006] Dans certains cas, en particulier pour des petits tores ayant des enroulements de faible épaisseur, par exemple d'une épaisseur inférieure à 2 mm, les tores peuvent comporter une frette annulaire sur laquelle l'enroulement du ruban de matériau nanocristallin est serré à sa partie centrale.

[0007] L'alliage de l'enroulement, sous forme nanocristalline, à l'issue du traitement thermique, est très fragile et donc difficilement manipulable. Pour conserver pleinement les performances du tore, il est nécessaire de l'enfermer dans un boîtier sans lui faire subir de contraintes. Généralement, on cale l'enroulement du tore à l'intérieur du boîtier par une rondelle de mousse ou on le fixe par quelques points de colle d'une nature appropriée, sur le fond du boîtier, de sorte que l'enroulement soit moins sensible aux vibrations.

[0008] Le boîtier généralement réalisé en matière plastique assure également la protection d'un fil de cuivre émaillé qui est bobiné sur le tore magnétique, lors de la fabrication du composant (par exemple un transformateur) pour réaliser l'enroulement secondaire du composant.

[0009] On a proposé également différentes techniques de revêtement du tore de manière à assurer la protection du fil émaillé enroulé sur le tore. De telles techniques de revêtement abaissent cependant les performances du tore magnétique utilisé comme noyau.

[0010] Le but de l'invention est donc de proposer un tore magnétique nanocristallin comportant une bande en matériau nanocristallin enroulée sur elle-même sous la forme d'un enroulement présentant des spires superposées et serré à sa partie interne sur une frette annulaire et une enveloppe entourant l'enroulement et comportant une paroi de forme globalement torique, ce tore magnétique étant parfaitement protégé des contraintes exercées par un fil enroulé sur le tore constituant un noyau métallique ou par le milieu extérieur.

[0011] Dans ce but, la paroi de l'enveloppe du tore est assemblée avec la frette qui constitue au moins une partie de la paroi périphérique interne de l'enveloppe et un moyen de maintien de l'enroulement dans l'enveloppe.

[0012] La réalisation d'un tore magnétique nanocristallin selon l'invention est particulièrement bien adaptée au cas où l'enroulement du tore est réalisé sous forme mince, c'est-à-dire présente une épaisseur d'enroulement faible, par exemple inférieure à 2 mm.

[0013] De préférence, l'enveloppe entourant l'enroulement est constituée par un boîtier en matière plastique réalisé en deux parties qui peuvent être assemblées entre elles et avec la frette solidaire de l'enroulement, de manière à constituer un boîtier torique dont la paroi périphérique interne est constituée par la frette solidaire de l'enroulement.

[0014] Afin de bien faire comprendre l'invention, on

va décrire, à titre d'exemple, en se référant aux figures jointes en annexe, un tore magnétique nanocristallin suivant l'invention et une opération d'assemblage de ce tore magnétique.

[0015] La figure 1 est une vue en coupe de l'enroulement et du boîtier du tore magnétique suivant l'invention, avant son assemblage.

[0016] La figure 2 est une vue en coupe axiale du tore magnétique à l'état assemblé.

[0017] La figure 3 est une vue du détail 3 de la figure 1.

[0018] Sur la figure 1, on voit les différentes parties composant un tore magnétique suivant l'invention, pendant l'assemblage du tore magnétique, désigné de manière générale par le repère 1. Le tore magnétique 1 est constitué d'un enroulement 2 d'une bande en matériau magnétique nanocristallin de forme torique à spires superposées rendu solidaire par serrage d'une frette annulaire 3 en contact avec la surface intérieure de l'enroulement torique 2 et d'un boîtier 4 constituant, comme il est visible sur la figure 2, avec la frette 3, une enveloppe entourant complètement l'enroulement 2 en matériau nanocristallin.

[0019] Comme il est visible sur la figure 1, le boîtier 4 est constitué de deux demi-boîtiers 4a et 4b qui sont par exemple entièrement symétriques l'un de l'autre par rapport à un plan médian du tore magnétique perpendiculaire à l'axe 5 du tore.

[0020] Sur la figure 1, le tore magnétique 1 a été représenté pendant une étape intermédiaire d'assemblage, l'enroulement 2 solidaire de la frette 3 ayant été déposé à l'intérieur du demi-boîtier inférieur 4b.

[0021] Préalablement à cette étape d'assemblage, on a réalisé, par les étapes habituelles qui seront rappelées brièvement ci-dessus, la fabrication de l'enroulement 2 rendu solidaire par serrage de la frette 3.

[0022] L'enroulement 2 est obtenu à partir d'un ruban amorphe qui est enroulé sur une surface d'enroulement d'un mandrin constituée par la surface extérieure de la frette 3 engagée sur le mandrin.

[0023] De manière à obtenir un enroulement 2 à spires parfaitement superposées, pour éviter la formation d'entrefers, on utilise une frette 3 dont la largeur, dans la direction axiale, est légèrement inférieure à la largeur du ruban destiné à constituer l'enroulement du tore magnétique. Par exemple, dans le cas d'un enroulement 2 d'une hauteur de 10 mm, c'est-à-dire obtenu par enroulement d'une bande de largeur 10 mm, la frette peut présenter une largeur dans la direction axiale de l'ordre de 9,5 mm. La frette 3 peut être constituée par une pièce annulaire ou par une portion de tube ou encore par une bande enroulée sur le mandrin et soudée suivant ses bords d'extrémité rapportés l'un contre l'autre.

[0024] Dans le cas d'un tore magnétique désigné par l'appellation "20* 17* 10", c'est-à-dire un tore comportant un enroulement dont le diamètre extérieur est de 20 mm, le diamètre intérieure de 17 mm et la hauteur de 10 mm, la frette d'une largeur de 9,5 mm peut présenter une épaisseur de 0,3 mm environ. L'épaisseur

de l'enroulement est de 1,5 mm. L'assemblage de la frette, lorsqu'elle est constituée par une bande enroulée, est réalisé par soudage bout à bout des extrémités de la bande pour éviter les surépaisseurs, le soudage étant réalisé de préférence par faisceau laser.

[0025] Une réalisation soignée de la frette permet d'obtenir des tolérances sur le diamètre de la frette de plus ou moins 0,1 mm, alors que les tolérances sur le diamètre interne d'un enroulement tel qu'envisagé plus haut sont de plus ou moins 0,2 mm. La réduction de la dispersion des diamètres des frettes des tores magnétiques de 0,2 mm à 0,1 mm permet de compenser en grande partie la place supplémentaire prise par la frette dans la direction diamétrale des tores.

[0026] Après avoir réalisé l'enroulage de la bande amorphe sur la frette 3, avec une certaine tension réglée, on sépare la frette 3 et l'enroulement 2 du mandrin d'enroulement et on réalise le traitement thermique à 500°C de l'enroulement 2 entourant la frette 3.

[0027] La frette 3 est réalisée généralement en un matériau amagnétique tel qu'un acier inoxydable ou une matière céramique réfractaire qui ne modifie pas les propriétés magnétiques de l'enroulement 2.

[0028] Cependant, dans certains cas, on peut envisager l'utilisation d'une frette en matériau magnétique qui contribue aux propriétés magnétiques du tore.

[0029] Après réalisation du traitement thermique de nanocristallisation et refroidissement de l'ensemble constitué par l'enroulement 2 et la frette 3, on effectue l'opération d'assemblage comme représenté en particulier sur les figures.

[0030] On réalise la fabrication, par exemple par moulage sous pression, de deux demi-boîtiers 4a et 4b en matière plastique ayant la forme d'une portion de surface torique à section méridienne rectangulaire.

[0031] Chacun des demi-boîtiers 4a et 4b comporte une paroi externe cylindrique (6a, dans le cas du demi-boîtier 4a et 6b, dans le cas du demi-boîtier 4b), une paroi plane annulaire 7a (ou 7b) perpendiculaire à la paroi externe 6a et un rebord 8a (ou 8b) en retour vers l'intérieur du boîtier et sensiblement parallèle à la paroi externe. Le rebord interne des demi-boîtiers (par exemple le rebord 8b du demi-boîtier 4b représenté sur la figure 3) présente, dans son épaisseur, un décrochement annulaire 9b délimité par une paroi de guidage vers l'intérieur du rebord du demi-boîtier et dont la largeur, dans la direction radiale, est voisine de l'épaisseur de la frette 3 solidaire de l'enroulement 2 du tore. La paroi de guidage constituant l'extrémité supérieure du rebord 8b comporte une surface tronconique inclinée vers l'intérieur du demi-boîtier correspondant.

[0032] Le demi-boîtier supérieur 4a présente une forme symétrique de celle du demi-boîtier inférieur 4b, par rapport à un plan médian de symétrie du tore perpendiculaire à l'axe 5.

[0033] Le montage et l'engagement de l'enroulement 2 solidaire de la frette 3 sont réalisés avec un parfait guidage du fait de la présence vers l'intérieur du demi-

boîtier 4b de la paroi de guidage du rebord 8b.

[0034] La partie inférieure de l'enroulement 2 vient se placer dans le fond du demi-boîtier 4b et la frette 3 qui est légèrement en retrait dans la direction axiale par rapport à la surface d'extrémité de l'enroulement 2 vient s'engager dans le décrochement 9b du rebord 8b.

[0035] On engage alors le demi-boîtier supérieur 4a sur la partie supérieure de l'enroulement et de la frette en saillie au-dessus du plan d'assemblage du demi-boîtier 4b. La partie d'extrémité supérieure de la frette 3 vient se positionner à l'intérieur du décrochement 9a du rebord 8a du demi-boîtier supérieur 4a. La frette 3 est alors encastrée dans le boîtier 4 à ses extrémités axiales.

[0036] Généralement, le jeu de montage entre l'enroulement 2 du tore et les fonds des demi-boîtiers 4a et 4b est très faible (de 0,1 à 0,3 mm environ) et l'enroulement du tore est très léger. De ce fait, le maintien de l'enroulement dans le boîtier peut être assuré entièrement par la frette 3.

[0037] Dans certains cas, cependant, pour réaliser le montage et l'assemblage du tore, on peut déposer, dans le fond du demi-boîtier inférieur 4b, sur la surface interne de la paroi annulaire 7b du demi-boîtier, une rondelle de mousse 10 ou quelques points de colle, avant d'engager l'enroulement 2 solidaire de la frette 3 dans le demi-boîtier, comme représenté sur les figures 1 et 3.

[0038] On peut également placer préalablement, dans le fond du demi-boîtier supérieur 4a, une rondelle de mousse destinée à venir en appui sur la surface supérieure de l'enroulement 2.

[0039] On réalise l'assemblage des deux demi-boîtiers, par exemple à l'aide d'une bande adhésive 11 fixée sur la surface extérieure de la paroi externe 6a, 6b des deux demi-boîtiers.

[0040] Il serait possible également d'assembler les deux demi-boîtiers 4a et 4b, en prévoyant, sur les parties d'extrémité de ces deux demi-boîtiers, des moyens de clippage coopérants.

[0041] Lorsque l'enroulement du tore magnétique est fixé à l'intérieur du boîtier, comme représenté sur la figure 2, la frette 3 introduite dans le décrochement annulaire des rebords 8a et 8b assure un maintien parfait de l'enroulement 2 dans le boîtier 4.

[0042] La frette 3 constitue alors la paroi intérieure du boîtier en appui sur les parois de guidage des rebords 8a et 8b des deux demi-boîtiers 4a et 4b.

[0043] L'assemblage des deux demi-boîtiers et de la frette constituant la paroi interne du boîtier 4 est réalisé de manière très précise, grâce à la très grande précision de réalisation de la frette 3 et des deux demi-boîtiers 4a et 4b.

[0044] Le tore magnétique suivant l'invention présente l'avantage d'avoir un encombrement limité et optimisé, du fait que la frette 3 est intégrée au moins partiellement dans l'épaisseur de la paroi du boîtier et constitue une partie de cette paroi vers l'intérieur de l'enveloppe torique.

[0045] D'autre part, l'enveloppe entourant l'enroulement du tore constituée par les deux demi-boîtiers et la frette assure une très bonne protection du tore vis-à-vis d'un fil d'un bobinage enroulé sur la surface extérieure du tore pour constituer un transformateur.

[0046] On a pu fabriquer, selon l'invention, des tores magnétiques comportant des frettes et montés dans des boîtiers qui permettent d'atteindre toutes les performances magnétiques habituellement requises et qui présentent une très bonne résistance aux contraintes externes.

[0047] L'invention ne se limite pas strictement au mode de réalisation qui a été décrit.

[0048] L'enveloppe du tore peut être réalisée sous une forme différente d'un boîtier constitué de deux demi-boîtiers.

[0049] L'invention s'applique à tout tore magnétique en matériau nanocristallin.

Revendications

1. Tore magnétique nanocristallin comportant une bande en matériau nanocristallin enroulée sur elle-même sous la forme d'un enroulement (2) présentant des spires superposées et serré, à sa partie interne, sur une frette annulaire (3), et une enveloppe (4) entourant l'enroulement (2) et comportant une paroi de forme globalement torique, **caractérisé par le fait que** la paroi de l'enveloppe (4) est assemblée avec la frette (3) qui constitue au moins une partie de la paroi périphérique interne de l'enveloppe (4) et un moyen de maintien de l'enroulement (2) du tore dans l'enveloppe (4).
2. Tore magnétique suivant la revendication 1, **caractérisé par le fait que** l'enroulement en matériau nanocristallin présente une épaisseur de spires superposées inférieure à 2 mm.
3. Tore magnétique suivant l'une quelconque des revendications 1 et 2, **caractérisé par le fait que** l'enveloppe (4) entourant l'enroulement (2) comporte un boîtier de forme générale torique comprenant au moins deux demi-boîtiers (4a, 4b) assemblables de manière à encastrer la frette (3) à ses extrémités axiales entre deux décrochements (9a, 9b) de forme annulaire de rebords internes (8a, 8b) de la paroi des deux demi-boîtiers (4a, 4b) et de façon que la frette (3) constitue une partie périphérique interne de la paroi du boîtier (4).
4. Tore magnétique suivant la revendication 3, **caractérisé par le fait que** les rebords internes (8a, 8b) des deux demi-boîtiers (4a, 4b) comportent, à leurs extrémités axiales, des parois de guidage de l'enroulement (2) et de la frette (3).

5. Tore magnétique suivant l'une quelconque des revendications 3 et 4, **caractérisé par le fait que** les décrochements de forme annulaire (9a, 9b) des rebords internes (8a, 8b) des demi-boîtiers (4a, 4b) présentent une largeur, dans la direction radiale, voisine de l'épaisseur de la frette (3). 5
6. Tore magnétique suivant l'une quelconque des revendications 3 à 5, **caractérisé par le fait que** le jeu de montage entre l'enroulement (2) et des fonds des demi-boîtiers (4a, 4b) est d'environ 0,1 mm à 0,3 mm. 10
7. Tore magnétique suivant l'une quelconque des revendications 3 à 5, **caractérisé par le fait qu'il** comporte, sur au moins une surface d'un fond de l'un des deux demi-boîtiers (4a, 4b) destinée à venir en contact avec une partie d'extrémité axiale de l'enroulement (2), au moins une rondelle de calage en mousse (10) ou une pluralité de points de collage de l'enroulement (2) dans le demi-boîtier (4a, 4b). 15 20
8. Tore magnétique suivant l'une quelconque des revendications 1 à 7, **caractérisé par le fait que** la frette (3) présente une largeur, dans la direction axiale du tore magnétique (1), inférieure à la largeur de la bande en matériau nanocristallin de l'enroulement (2) dont la hauteur, dans la direction axiale, est égale à la largeur de la bande en matériau nanocristallin. 25 30

35

40

45

50

55

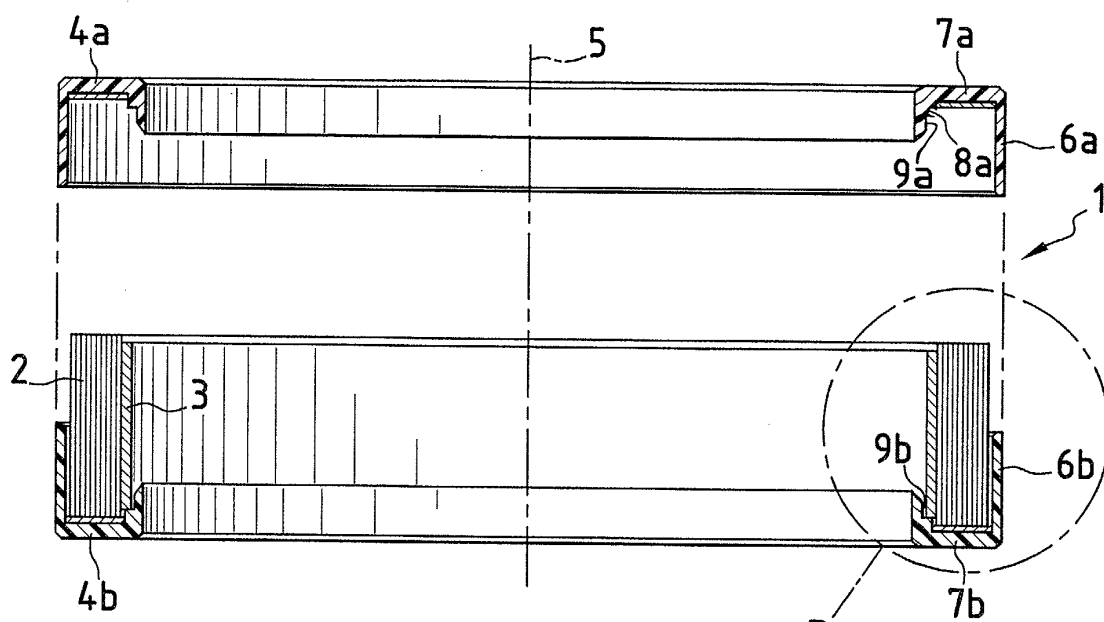


FIG. 1

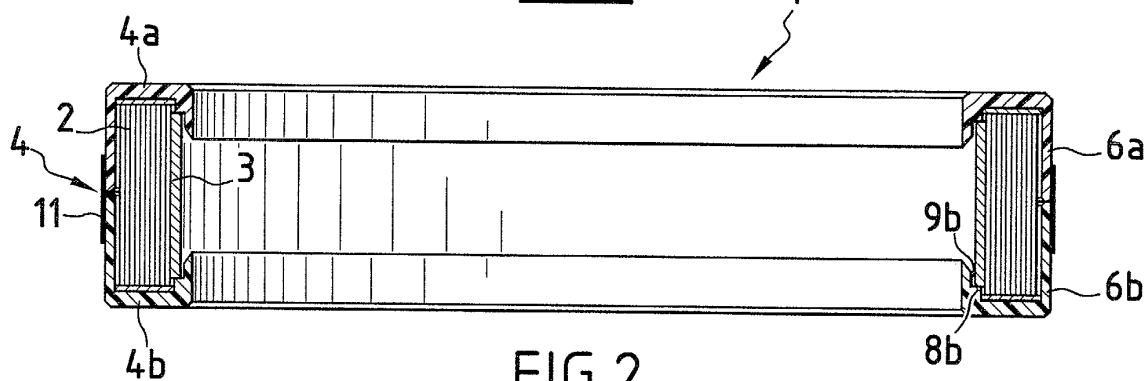


FIG. 2

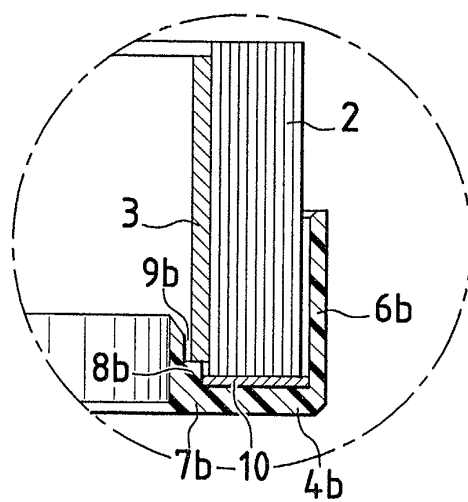


FIG. 3



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande
EP 03 29 0202

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.7)
A	US 3 099 074 A (CARPENTER WILLIAM P ET AL) 30 juillet 1963 (1963-07-30) * colonne 3, ligne 3 - ligne 21; figures * ---	1	H01F27/26 H01F17/06
A	EP 0 524 087 A (MECAGIS) 20 janvier 1993 (1993-01-20) * abrégé * ---	1	
A	EP 0 677 856 A (MITSUI PETROCHEMICAL IND) 18 octobre 1995 (1995-10-18) * abrégé * * colonne 4, ligne 35 - ligne 44 * -----	1	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CI.7)
			H01F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 26 mars 2003	Examineur Marti Almeda, R
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

EPO FORM 1503 03 82 (P04C02)

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

EP 03 29 0202

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

26-03-2003

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
US 3099074	A	30-07-1963	US	2947959 A	02-08-1960
EP 0524087	A	20-01-1993	FR	2679377 A1	22-01-1993
			EP	0524087 A1	20-01-1993
EP 0677856	A	18-10-1995	JP	3001624 B2	24-01-2000
			JP	4170010 A	17-06-1992
			JP	4137712 A	12-05-1992
			JP	3010060 B2	14-02-2000
			JP	4137713 A	12-05-1992
			EP	0677856 A1	18-10-1995
			AT	146008 T	15-12-1996
			CA	2052295 A1	29-03-1992
			DE	69123418 D1	16-01-1997
			DE	69123418 T2	30-04-1997
			EP	0477936 A2	01-04-1992
			KR	9611158 B1	21-08-1996

EPO FORM P0460

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