



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) Numéro de publication : **0 439 389 A1**

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(21) Numéro de dépôt : **91400104.5**

(51) Int. Cl.⁵ : **H01F 41/04**

(22) Date de dépôt : **18.01.91**

(30) Priorité : **23.01.90 FR 9000747**

(43) Date de publication de la demande :
31.07.91 Bulletin 91/31

(84) Etats contractants désignés :
BE CH DE ES GB GR IT LI NL SE

(71) Demandeur : **AEROSPATIALE SOCIETE
NATIONALE INDUSTRIELLE Société
Anonyme dite:
37, Boulevard de Montmorency
F-75016 Paris (FR)**

(72) Inventeur : **Barre, Albert
18, Clos de la Pierre Plate
F-78120 Vieille Eglise en Yvelines (FR)**

(74) Mandataire : **Bonnetat, Christian
CABINET BONNETAT 23, Rue de Léningrad
F-75008 Paris (FR)**

(54) **Procédé pour la réalisation de bobinages électromagnétiques.**

(57) La présente invention concerne un procédé pour la réalisation de bobinages électromagnétiques, comportant chacun une pluralité de spires planes accolées les unes aux autres.

Selon l'invention :

— dans une feuille (100,200) de matière électriquement conductrice, on découpe une pluralité de motifs (101,201), chacun desdits motifs représentant le développement à plat d'un bobinage et formant une barrette comportant une pluralité de boucles ouvertes (102,202) reliées les unes aux autres, à leurs extrémités, par des ponts de liaison (105,205), et destinées à constituer les spires dudit bobinage,

— on sépare les barrettes (101,201) de ladite feuille (100,200), et

— on replie les boucles (102,202) de chaque barrette (101,201) les unes sur les autres en zigzag de façon à former ledit bobinage.

EP 0 439 389 A1

PROCEDE POUR LA REALISATION DE BOBINAGES ELECTROMAGNETIQUES

La présente invention concerne un procédé pour la réalisation de bobinages électromagnétiques, ainsi que les bobinages obtenus par mise en oeuvre de ce procédé et les composants électromagnétiques comportant de tels bobinages.

Les bobinages de l'invention sont utiles pour réaliser des composants électromagnétiques, comme des inducteurs et transformateurs, destinés aux alimentations à découpage et convertisseurs continu-continu. Ceux-ci ont connu un développement important au cours de ces dernières années du fait des avantages incontestables qu'ils offrent, notamment au niveau du rendement qui peut atteindre 70 à 90% selon la valeur de la tension de sortie et de la puissance. Pour réduire leur volume et leur poids, la réalisation de ces produits fait de plus en plus appel à des filières technologiques telles que les circuits hybrides à couches épaisses ou les composants montables en surface ("CMS") sur des circuits imprimés spéciaux. Cette miniaturisation a conduit à réaliser des alimentations ou des convertisseurs fonctionnant à fréquence élevée pour réduire l'encombrement des composants électromagnétiques et des condensateurs de filtrage.

De façon générale, les composants électromagnétiques à fréquence élevée se distinguent des composants classiques par le fait que les enroulements sont constitués, non pas par des fils ronds, mais par des spires planes empilées sur des noyaux par exemple de ferrite. Par rapport aux composants classiques, ils présentent les avantages suivants :

- hauteur réduite des noyaux,
- bon rendement à fréquence élevée,
- reproductibilité de fabrication,
- faible inductance de fuite,
- effet de peau réduit.

Plus particulièrement, comme indiqué dans la revue "Electronique Hebdo" n° 113 du 11 mai 1989, page 18 et n° 108 du 6 Avril 1989, page 38, deux fabricants proposent des produits fonctionnant à fréquence élevée.

Pour réaliser les enroulements, on utilise, dans les produits d'un premier fabricant, la technologie des circuits imprimés. En effet, les enroulements sont constitués par des spirales planes en cuivre, laminées sur des substrats diélectriques, et des feuilles de cuivre découpées. Les couches, séparées par un isolant, sont assemblées par collage et montées dans un noyau de ferrite en E, en réalisant ainsi un transformateur ayant un profil de boîtier particulièrement plat.

Cependant, de tels produits sont onéreux et ne permettent pas de réaliser des transformateurs à tension secondaire élevée du fait du nombre limité de spires. De plus, ils nécessitent des noyaux spécifiques de forme particulière et, par ailleurs, leur tenue

en environnement mécanique vibratoire impose une adaptation particulière.

Le produit du second fabricant comporte un empilage de spires rigides ouvertes indépendantes, qui sont interconnectées par l'intermédiaire du circuit imprimé ou du substrat, en nécessitant des connexions spécifiques qui compliquent la réalisation des bobinages.

En outre, le prix de revient de ce produit est élevé compte tenu de la spécificité des constituants, notamment les spires, dont le nombre est en outre limité, ce qui ne permet pas de réaliser, en particulier, des transformateurs à tension secondaire élevée. De plus, le montage du composant directement à la surface du substrat uniquement par des joints brasés peut poser des problèmes lors de vibrations et/ou de chocs en raison de la masse du composant et de sa hauteur par rapport au substrat. La présente invention a pour but d'éviter ces inconvénients, et concerne un procédé permettant de réaliser, de façon simple, parfaitement reproductible et économique, des bobinages électromagnétiques utilisables notamment dans des composants électromagnétiques fonctionnant à fréquence élevée, tout en conservant les propriétés des bobinages à spires planes connus, indiquées ci-dessus.

A cet effet, le procédé pour la réalisation de bobinages électromagnétiques, comportant chacun une pluralité de spires planes accolées les unes aux autres, est remarquable, selon l'invention, en ce que :

- dans une feuille de matière électriquement conductrice, on découpe une pluralité de motifs, chacun desdits motifs représentant le développement à plat d'un bobinage et formant une barrette comportant une pluralité de boucles ouvertes reliées les unes aux autres, à leurs extrémités, par des ponts de liaison, et destinées à constituer les spires dudit bobinage,
- on sépare les barrettes de ladite feuille, et
- on replie les boucles de chaque barrette les unes sur les autres en zigzag de façon à former ledit bobinage.

En particulier, avant de replier leurs boucles les unes sur les autres en zigzag, on peut superposer au moins deux barrettes l'une sur l'autre.

Ainsi, le procédé de l'invention permet d'obtenir, de façon reproductible et économique, des bobinages électromagnétiques dont chacun est formé en une seule pièce par simple pliage d'une barrette plane, ou par pliage de plusieurs desdites barrettes planes préalablement superposées.

Par ailleurs, lors de la découpe desdits motifs, on peut conserver des bandes de matière reliant au moins certaines boucles respectives de motifs adjacents.

De préférence, on découpe ladite feuille métallique de façon à obtenir des paires de motifs en vis-à-vis, les motifs de chaque paire étant reliés, au moins à leurs extrémités, par des bandes de matière destinées à former des pattes de connexion dudit bobinage. Ensuite, lesdites paires de motifs peuvent être séparées en motifs individuels à simple épaisseur en coupant lesdites bandes, ou peuvent être repliées pour former des motifs individuels à double épaisseur.

Avantageusement, ladite feuille est découpée par gravure chimique. Par ailleurs, un revêtement métallique protecteur, obtenu en particulier par dépôt électrolytique, et/ou un revêtement électriquement isolant, obtenu notamment par sublimation sous vide, peuvent être appliqués sur lesdits motifs.

Les figures du dessin annexé feront bien comprendre comment l'invention peut être réalisée.

La figure 1 montre, en vue de dessus, une feuille de matière électriquement conductrice, dans laquelle a été découpée une pluralité de motifs dont les boucles présentent une première forme, pour la réalisation de bobinages électromagnétiques selon l'invention.

La figure 2 est une figure analogue à la figure 1, illustrant une seconde forme des boucles des motifs.

Les figures 3 et 4 montrent, en vue de dessus, des paires de motifs des figures 1 et 2, respectivement, séparées de la feuille de matière conductrice.

Les figures 5 et 6 montrent des motifs individuels obtenus à partir des paires de motifs des figures 3 et 4.

Les figures 7a-c et 8a-c montrent, en vues de face, de côté et de dessus, les motifs des figures 5 et 6 repliés pour fournir chacun un bobinage selon l'invention.

La figure 9 est une vue éclatée d'un transformateur comportant deux bobinages primaire et secondaire de l'invention, conformes, chacun, à l'exemple de réalisation des figures 7a-7c.

Les figures 10a-c montrent, en vue de dessus et de côté, le transformateur de la figure 9, à l'état monté.

Les figures 1 et 2 montrent, en vue de dessus, une feuille 100,200 de matériau électriquement conducteur, notamment en cuivre ou analogue, dans laquelle on a réalisé une pluralité de motifs 101,201 dont chacun représente le développement à plat d'un bobinage électromagnétique selon l'invention. On notera que l'épaisseur de la feuille peut varier de 50 micromètres à un millimètre selon les exigences. Chaque motif 101,201 est constitué d'une pluralité de boucles ouvertes 102,202 reliées les unes aux autres, à leurs extrémités 103,104 ; 203,204, par des ponts de liaison 105,205.

Les formes des boucles 102,202 montrées sur les figures 1 et 2 constituent des exemples de réalisation parmi d'autres, et l'invention n'est en aucun cas limi-

tée à ces formes particulières, formes qui sont plutôt adaptées aux composants électromagnétiques spécifiques que l'on souhaite fabriquer. Dans un premier cas (figures 1,3,5,7), les boucles ouvertes 102 présentent une forme générale circulaire, analogue à la lettre grecque Ω , tandis que, dans le second cas (figures 2,4,6,8), les boucles 202 présentent une forme générale rectangulaire. On remarquera que cette dernière forme permet d'agencer les boucles de deux motifs adjacents en quinconce, comme montré sur la partie inférieure de la figure 2.

La disposition des motifs 101,201 reliés deux à deux, au niveau de chaque boucle 102,202, par des bandes de matière 106,107 ; 206,207 prolongeant les extrémités respectives 103,104 ; 203,204 des boucles ouvertes 102,202 et pouvant constituer des pattes de connexion notamment aux extrémités, permet d'assurer une qualité de fabrication et un rendement élevés.

Avantageusement, les motifs 101,201 sont réalisés par gravure chimique. Cela permet de réaliser, à la fois, un grand nombre de motifs de forme adaptée, et cela de façon reproductible, précise et économique. Pour permettre leur stockage, les motifs sont protégés par un revêtement métallique (étain, étain/plomb ou analogue) d'une épaisseur de 10 à 20 micromètres, pouvant être obtenu par dépôt électrolytique. Ce revêtement permet de plus d'assurer une bonne soudabilité au moment de braser les pattes de connexion de sortie sur le substrat.

Sur les figures 3 et 4, et 4 et 5, on a représenté deux étapes successives de la séparation des motifs 101,201 de la feuille 100,200. Par découpe des bandes 106,107 ; 206,207 à éliminer, à l'aide d'une pince coupante d'angle (cas de la petite série) ou d'une machine à découper (cas des moyenne ou grande séries), et en conservant les bandes destinées à servir de pattes de connexion d'extrémité 106a,107a ; 206a,207a, plus la patte de connexion centrale 107b dans le cas de la figure 3, on obtient tout d'abord des paires de motifs 101,201 (figures 3 et 4), lesquels sont ensuite soit repliés l'un sur l'autre par pliage des pattes 106a, 107a, 107b ; 206a, 207a autour d'un axe médian X-X parallèle aux ponts de liaison 105 ; 205, pour former des motifs à double épaisseur, soit séparés les uns des autres pour former des motifs individuels 101,201 à simple épaisseur (figures 5 et 6). Chaque motif 101,201 forme alors une barrette (à double épaisseur ou à simple épaisseur) constituée d'une pluralité de boucles 102,202 reliées les unes aux autres par des ponts 105,205, et comportant, à ses extrémités, des pattes de connexion 106a,107a ; 206a,207a, ainsi qu'éventuellement une patte de connexion centrale 107b de forme coudée.

En se référant maintenant aux figures 7a-c et 8a-c, on obtient un bobinage, à partir de la barrette 101,201, en repliant les boucles (à simple ou double épaisseur) 102,202 de cette dernière les unes sur les

autres en zigzag de façon à former un "empilage" de spires accolées constituant ledit bobinage 108,208. Pour cela, on rabat le pont de liaison réunissant deux boucles sur l'une desdites boucles, et on rabat l'autre desdites boucles sur l'ensemble constitué par la première boucle et le pont de liaison rabattu sur celle-ci, et ainsi de suite pour chaque boucle suivante de la barrette. Ces doubles cambrages successifs, qui apparaissent clairement sur les figures 7c et 8c, permettent d'établir le sens d'enroulement des spires.

On pourrait également, comme déjà indiqué, superposer plusieurs barrettes 101,201, de faible épaisseur, après avoir séparé les barrettes de la feuille 100,200 et avant de replier les boucles 102,202 de celles-ci les unes sur les autres en zigzag, de façon à former un bobinage à plusieurs épaisseurs.

Pour isoler les spires l'une de l'autre, on peut les protéger par une pellicule de résine thermoplastique électriquement isolante, appliquée à une épaisseur uniforme d'environ 30 à 40 micromètres, sauf bien sûr aux extrémités 109,209 (figures 7a et 8a) des pattes de connexion 106a, 107a,107b ; 206a,207a. La couche de résine peut être déposée par sublimation sous vide d'un dimère physico-chimiquement transformé pour obtenir un polymère approprié.

Sur les figures 9 et 10a-c, on a représenté un exemple de réalisation d'un transformateur utilisant des bobinages réalisés conformément à la présente invention, c'est-à-dire, dans ce cas particulier, les bobinages, montrés sur les figures 1,3,5,7, à boucles circulaires.

En se référant notamment à la vue éclatée de la figure 9, le transformateur 1 comprend les éléments suivants :

- deux enroulements primaire 108a et secondaire 108b,
- deux noyaux en ferrite 2a,2b,
- deux rondelles isolantes 3a,3b,
- une gaine isolante 4, et
- deux clips de fixation 5a,5b

Les enroulements primaire 108a et secondaire 108b exécutés selon l'invention sont intercalés de façon à optimiser le couplage. Ils peuvent être également munis d'un écran galvanique. Dans ce cas, les enroulements primaire et secondaire sont superposés et isolés par une spire plane munie d'une connexion de sortie pour permettre une liaison à la masse.

Les noyaux en ferrite 2a,2b sont des produits standard, possédant des ouvertures diamétralement opposées pour le passage des pattes de connexion des enroulements primaire et secondaire.

La gaine 4 et les rondelles 3a,3b assurent un isolement électrique satisfaisant, tout en étant de bons conducteurs thermiques. Ainsi, on réduit les pertes thermiques, grâce aux échanges thermiques entre les noyaux et les enroulements.

Sur les figures 10a-c, on a représenté le transfor-

mateur 1 assemblé. Les pattes de connexion des enroulements sont courbées pour permettre le montage en surface sur un substrat. Les pattes de connexion peuvent être également munies de broches (non représentées) destinées à être insérées dans des trous du substrat. Les noyaux en ferrite 2a,2b et les enroulements 108a,108b sont maintenus ensemble par les clips de fixation 5a,5b placés de part et d'autre des noyaux. Les extrémités des clips peuvent être recourbées pour le montage à plat sur un substrat.

Outre les propriétés déjà mentionnées propres aux enroulements à spires planes, les bobinages de l'invention s'adaptent aux noyaux en ferrite existant sur le marché, dont les dimensions sont choisies en fonction de la puissance et de la tension de sortie, et permettent de réaliser des transformateurs à tension secondaire élevée, chaque bobinage pouvant comporter un grand nombre de spires.

Revendications

1. Procédé pour la réalisation de bobinages électromagnétiques, comportant chacun une pluralité de spires planes accolées les unes aux autres, caractérisé en ce que :

- dans une feuille (100,200) de matière électriquement conductrice, on découpe une pluralité de motifs (101,201), chacun desdits motifs représentant le développement à plat d'un bobinage et formant une barrette comportant une pluralité de boucles ouvertes (102,202) reliées les unes aux autres, à leurs extrémités, par des ponts de liaison (105,205), et destinées à constituer les spires dudit bobinage,
- on sépare les barrettes (101,201) de ladite feuille (100,200), et
- pour former ledit bobinage, on replie les boucles (102,202) de chaque barrette (101,201) les unes sur les autres en rabattant le pont de liaison réunissant deux boucles sur l'une desdites boucles et en rabattant l'autre desdites boucles sur l'ensemble constitué par la première boucle et le pont de liaison rabattu sur celle-ci, et ainsi de suite pour chaque boucle suivante de la barrette.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, avant de replier leurs boucles (102,202) les unes sur les autres, on superpose au moins deux barrettes (101,201) l'une sur l'autre.

3. Procédé selon la revendication 1 ou la revendication 2, caractérisé en ce que, lors de la découpe desdits

motifs, on conserve des bandes de matière (106,107 ; 206,207) reliant au moins certaines boucles respectives (102,202) de motifs adjacents (101,201).

- | | |
|---|----|
| | 5 |
| 4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que l'on découpe ladite feuille (100,200) de façon à obtenir des paires de motifs (101,201) en vis-à-vis, les motifs de chaque paire étant reliés, au moins à leurs extrémités, par des bandes de matière (106,107 ; 206,207) destinées à former des pattes de connexion dudit bobinage. | 10 |
| 5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que lesdites paires de motifs (101,201) sont séparées en motifs individuels en coupant lesdites bandes (106,107 ; 206,207). | 15 |
| 6. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que les motifs d'une paire de motifs (101,201) sont repliés l'un sur l'autre pour former un motif individuel à double épaisseur. | 20 |
| 7. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que ladite feuille (100) est découpée par gravure chimique. | 25 |
| 8. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'un revêtement métallique protecteur est appliqué sur lesdits motifs. | 30 |
| 9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce que ledit revêtement protecteur est obtenu par dépôt électrolytique. | 35 |
| 10. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce qu'un revêtement électriquement isolant est appliqué sur lesdits motifs. | 40 |
| 11. Procédé selon la revendication 10, caractérisé en ce que ledit revêtement isolant est obtenu par sublimation sous vide. | 45 |
| 12. Bobinage électromagnétique, caractérisé en ce qu'il est réalisé par mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11. | 50 |
| 13. Composant électromagnétique, notamment transformateur, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un bobinage (108a,108b), réalisé par mise en oeuvre du procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, monté sur un noyau magnétique (2a,2b). | 55 |

FIG. 1

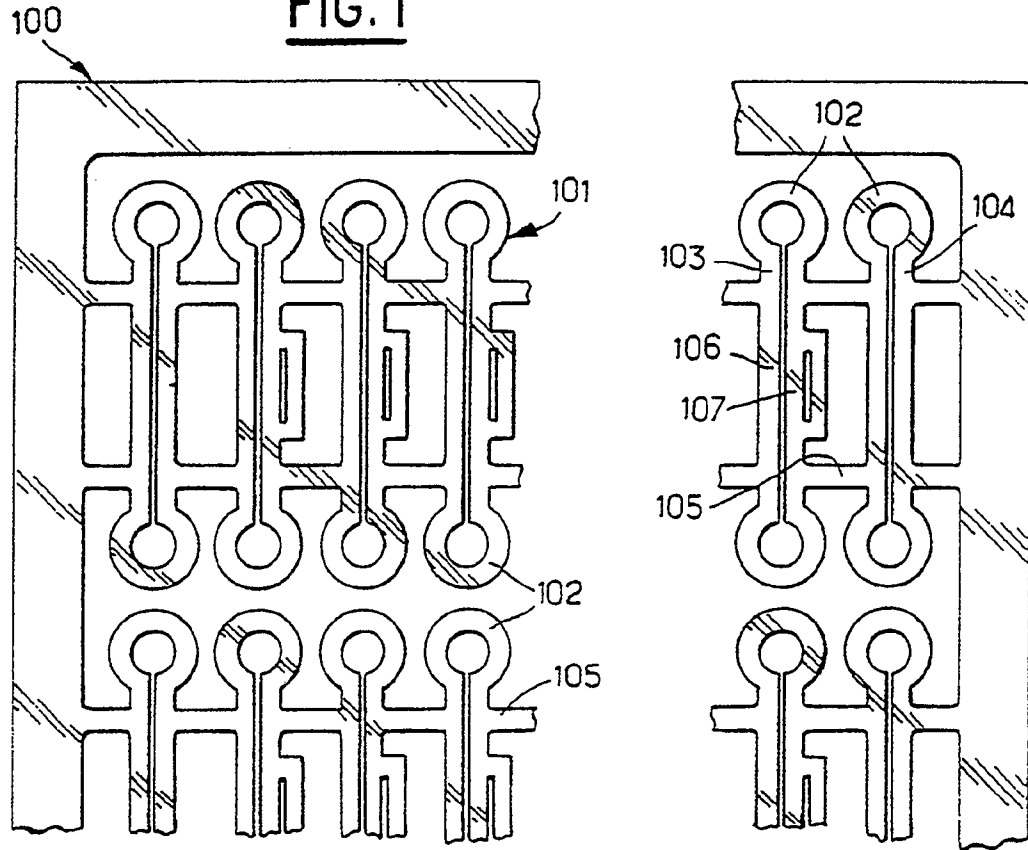


FIG. 2

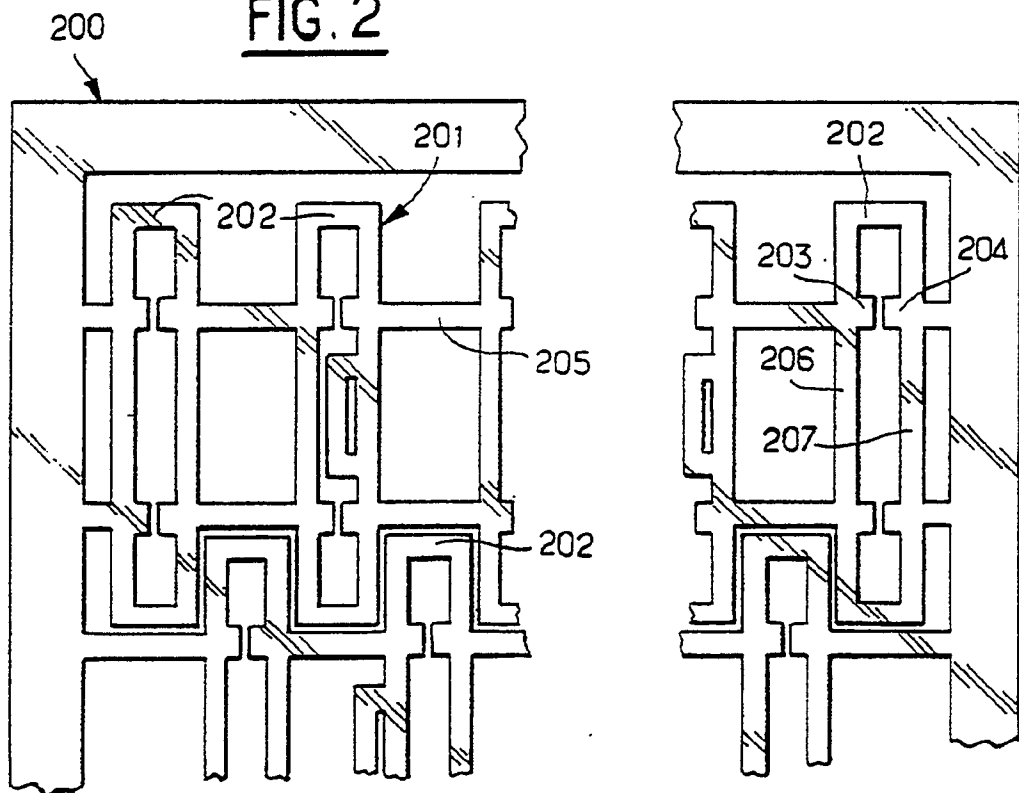


FIG. 3

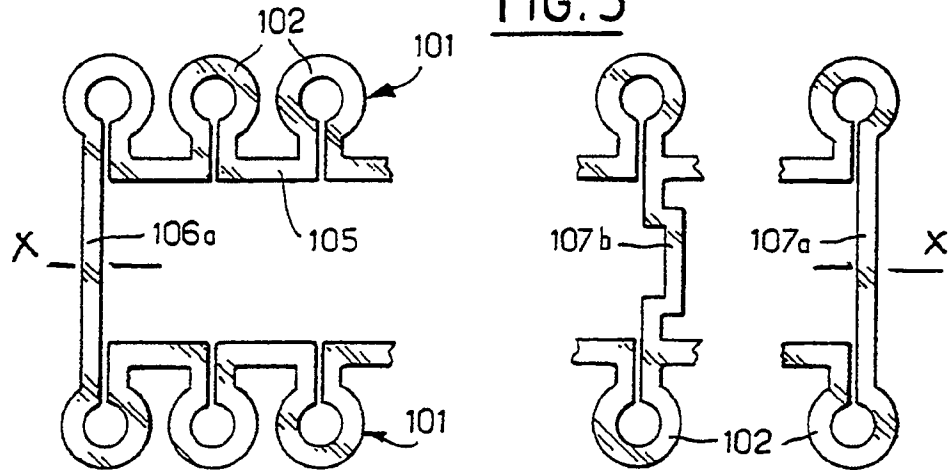


FIG. 4

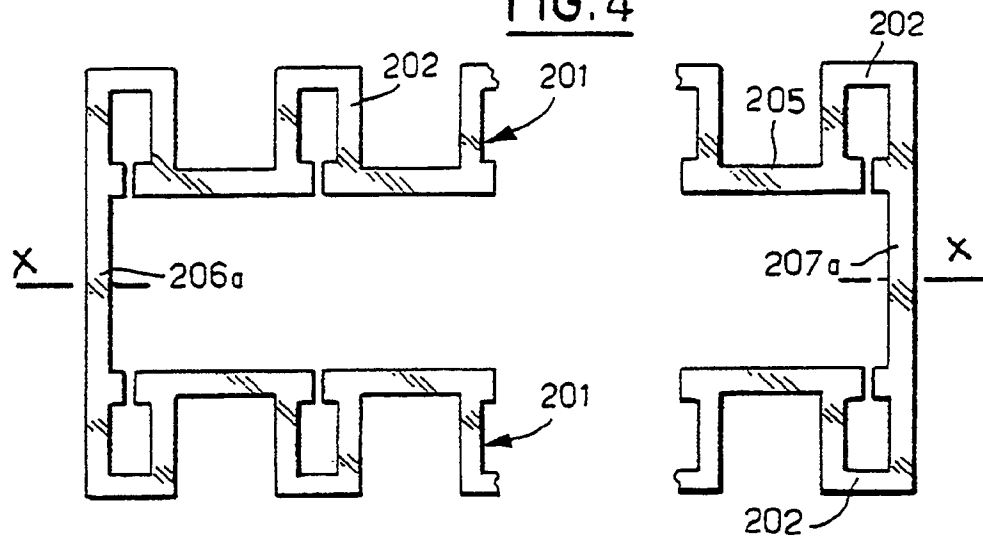


FIG. 5

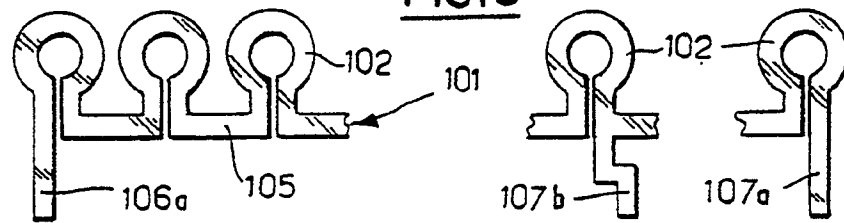
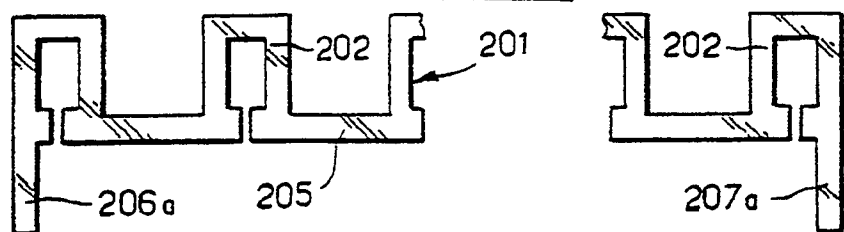


FIG. 6



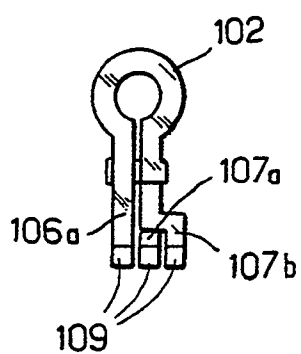


FIG. 7a

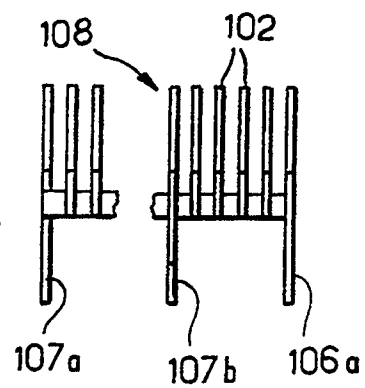


FIG. 7b

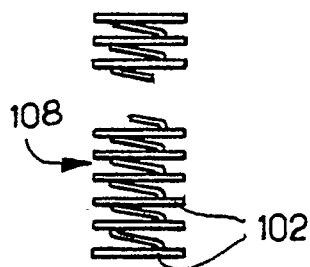


FIG. 7c

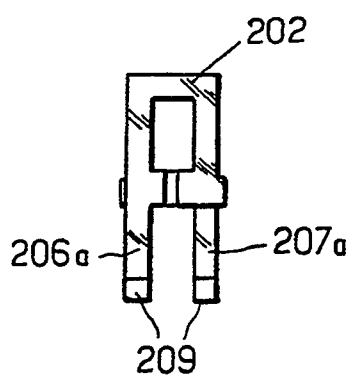


FIG. 8a

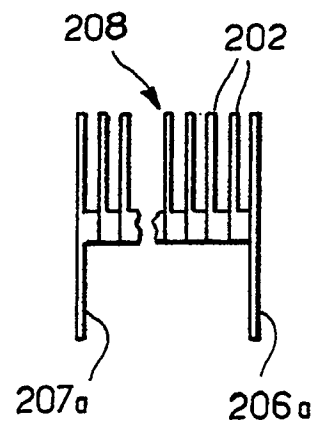


FIG. 8b

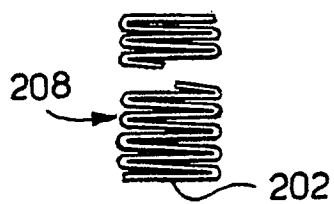


FIG. 8c

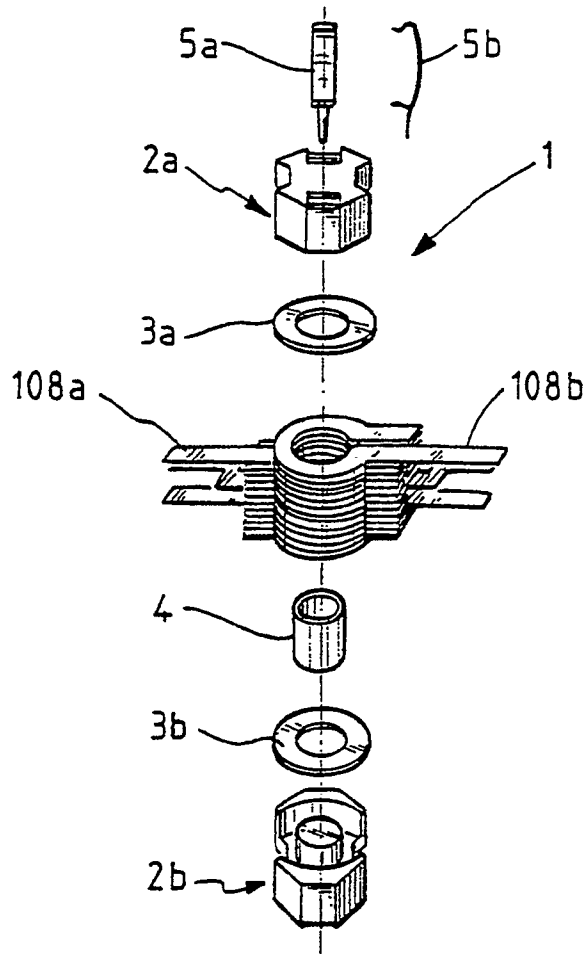


FIG. 9

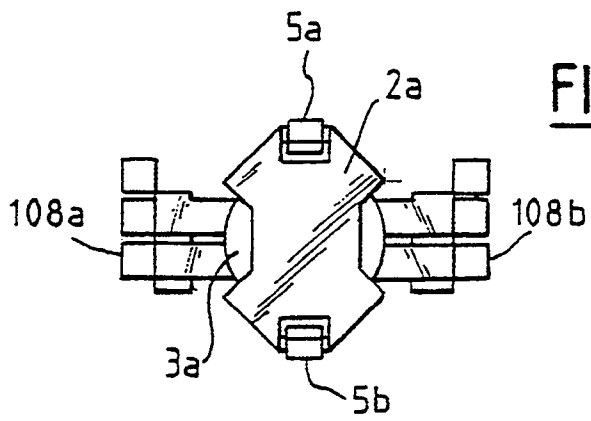


FIG. 10 a

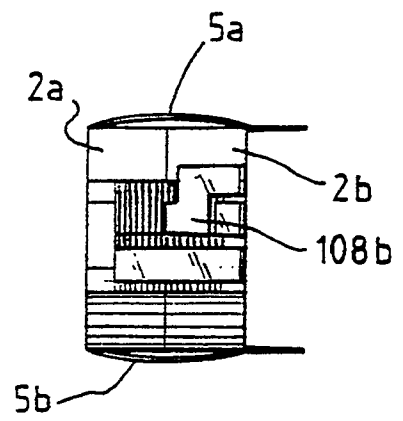


FIG. 10 c

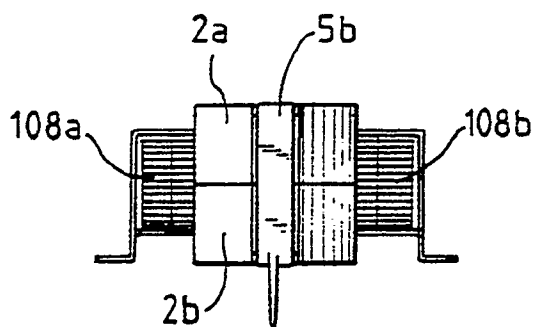


FIG. 10 b



Office européen
des brevets

RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numero de la demande

EP 91 40 0104

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.5)
A	US-A-3495327 (PAUL EISLER) * colonne 3, ligne 68 - colonne 4, ligne 49 * ---	1-6, 10, 12, 13	H01F41/04
A	DE-A-3143210 (MAX REEB) ---		
A	FR-A-2586135 (ALAIN DUMONT) ---		
A	GB-A-29274ad1913 (JOHN WILLIAM EWART) -----		
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)
			H01F
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 12 AVRIL 1991	Examineur VANHULLE 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 I : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P0402)