

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
31 mars 2016 (31.03.2016)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale

WO 2016/046499 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H01F 3/02 (2006.01) *H01F 38/18* (2006.01)

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2015/052552

(22) Date de dépôt international :
24 septembre 2015 (24.09.2015)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1459081 25 septembre 2014 (25.09.2014) FR

(71) Déposant : LABINAL POWER SYSTEMS [FR/FR]; 36 rue Raymond Grimaud, F-31700 Blagnac (FR).

(72) Inventeurs : CHASTAGNIER, Jean-Michel; 290 rue Pierreuse, F-91640 Briis Sous Forges (FR). MEER, Frédéric; 129 rue de Lourmel, F-75015 Paris (FR).

(74) Mandataires : DESORMIERE, Pierre-Louis et al.; Cabinet BEAU DE LOMENIE, 158 rue de l'Université, F-75340 Paris Cedex 07 (FR).

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(54) Title : MAGNETIC CORE OF ROTATING TRANSFORMER

(54) Titre : NOYAU MAGNETIQUE DE TRANSFORMATEUR TOURNANT

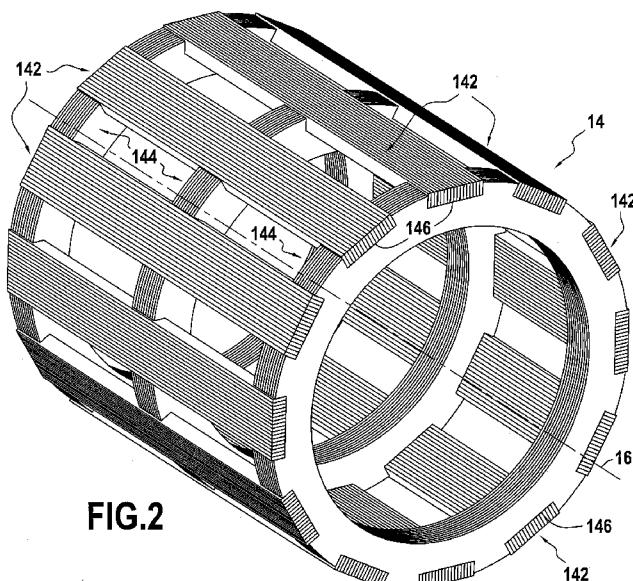


FIG.2

pluralité d'empilements de

(57) Abstract : The invention relates to a rotating transformer magnetic core (14) including bars (142) placed along a longitudinal axis (16) of the core and at least two side panels (144) that are axially spaced from each other and radially extend from the bars so as to define, together with said bars, at least one annular groove wherein a toroidal coil is to be placed. Each side panel is made up of a bundle of circular magnetic metal sheets which are radially arranged, and the bars are each made up of a plurality of stacks of magnetic metal sheets. The metal sheet stacks forming the bars are axially arranged and assembled on the circular metal sheet bundles, angularly spaced from each other about the longitudinal axis of the core.

(57) Abrégé : L'invention concerne un noyau magnétique (14) de transformateur tournant, comprenant des barreaux (142) disposés le long d'un axe longitudinal (16) du noyau et au moins deux joues (144) espacées axialement l'une de l'autre et s'étendant radialement depuis les barreaux pour délimiter avec ceux-ci au moins une gorge annulaire dans laquelle une bobine torique est destinée à être logée, chaque joue étant constituée d'un paquet de tôles magnétiques circulaires qui sont disposées radialement et les barreaux étant constitués chacun d'une

[Suite sur la page suivante]



tôles magnétiques, les empilements de tôles formant les barreaux étant disposés axialement et assemblés sur les paquets de tôles circulaires en étant espacés angulairement les uns des autres autour de l'axe longitudinal du noyau.

Noyau magnétique de transformateur tournant

Arrière-plan de l'invention

La présente invention se rapporte au domaine général des 5 transformateurs tournants de type « en U » utilisés pour réaliser un transfert de puissance électrique par induction électromagnétique entre deux éléments.

Un transformateur tournant de type « en U » se compose typiquement de deux éléments à géométrie circulaire qui se superposent 10 radialement, à savoir un noyau interne ayant une ou plusieurs gorges annulaires externes dans lesquelles sont logées des bobines toriques et un noyau externe monté autour du noyau interne en lui étant concentrique et ayant une ou plusieurs gorges annulaires internes en regard des gorges externes du noyau interne et dans lesquelles sont logées des bobines 15 toriques. Ces deux éléments à géométrie circulaire sont montés concentriquement de telle manière que l'un des éléments puisse tourner par rapport à l'autre autour d'un axe longitudinal commun.

Les solutions existantes pour la fabrication d'un tel transformateur tournant de type « en U » consistent à réaliser les noyaux 20 interne et externe à partir d'un matériau de ferrite frittée ou, dans le cas de transformateurs de petites tailles, par usinage de fonte à forte résistivité. Dans le cas du noyau interne, les bobines toriques doivent alors être constituées en les enroulant directement dans les gorges externes de celui-ci. Quant au noyau externe, les bobines toriques sont le plus souvent 25 logées dans les gorges internes par déformation.

Une telle architecture de transformateur tournant pose cependant un certain nombre de problèmes. En particulier, dans le cas de bobines toriques présentant une forte section, il n'est pas toujours possible de les déformer pour les loger dans les gorges internes du noyau 30 externe, de sorte qu'il est alors nécessaire de constituer le noyau externe autour de ces bobines. Par ailleurs, les matériaux utilisés (ferrite frittée ou fonte) sont fragiles et ne supportent pas toujours des environnements vibratoires sévères tels qu'on peut les rencontrer notamment dans le domaine de l'aéronautique.

Objet et résumé de l'invention

La présente invention a donc pour but principal de proposer une architecture de noyau magnétique de transformateur tournant qui n'occasionne pas de tels inconvénients.

5 Ce but est atteint grâce à un noyau magnétique de transformateur tournant, comprenant des barreaux disposés le long d'un axe longitudinal du noyau et au moins deux joues espacées axialement l'une de l'autre et s'étendant radialement depuis les barreaux pour délimiter avec ceux-ci au moins une gorge annulaire dans laquelle une
10 bobine torique est destinée à être logée, et dans lequel, conformément à l'invention, chaque joue est constituée d'un paquet de tôles magnétiques circulaires qui sont disposées radialement et en ce que les barreaux sont constitués chacun d'une pluralité d'empilements de tôles magnétiques, les empilements de tôles formant les barreaux étant disposés axialement et
15 assemblés sur les paquets de tôles circulaires en étant espacés angulairement les uns des autres autour de l'axe longitudinal du noyau.

Le noyau selon l'invention est remarquable en ce qu'il comprend un agencement de tôles magnétiques permettant un cheminement du flux magnétique, d'une part radialement dans les tôles circulaires formant les
20 joues, et d'autre part axialement dans les tôles formant les barreaux. Une telle structure permet ainsi de faciliter l'assemblage et l'industrialisation du transformateur tournant de type « en U », notamment en limitant les outillages de fabrication et les opérations de reprise. En particulier, avec un tel noyau, les bobines toriques peuvent être réalisées et isolées
25 préalablement à la constitution du noyau. Par ailleurs, les pertes par courant de Foucault sont ici minimisées par le feuillettage et l'isolation entre les différentes tôles. De plus, il est possible de créer des points particuliers pour permettre le passage des connexions des bobines du transformateur en pratiquant des ouvertures sur les tôles.

30 Selon une disposition avantageuse, les tôles circulaires formant chaque joue peuvent être segmentées. Une telle segmentation des tôles circulaires permet d'annuler les effets de l'apparition dans chaqueôle circulaire d'une force contre-électromotrice due au champ magnétique qui l'enlace. En effet, la sectorisation des tôles circulaires permet de faire
35 disparaître les courants circulaires induits dus principalement aux lignes de champ alternatif qui enlacent les tôles.

Alternativement, toujours pour contrer les effets de l'apparition dans chaque tôle circulaire d'une force contre-électromotrice, les tôles circulaires formant chaque joue peuvent comprendre chacune des entailles radiales formant des chicanes internes permettant d'allonger le parcours 5 des boucles de courant.

Selon une autre disposition avantageuse, les tôles circulaires formant chaque joue peuvent présenter des évidements. La présence de ces évidements permet d'obtenir un gain de masse, une réduction des inductances de fuite et de libérer des passages pour d'éventuelles 10 connexions.

Les tôles des empilements formant chaque barreau peuvent être empilées selon des directions radiales. Alternativement, ces tôles peuvent être empilées selon des directions tangentielles.

Les paquets de tôles circulaires formant les joues peuvent 15 comprendre des encoches axiales dans lesquelles sont assemblés les empilements de tôles formant les barreaux.

Dans ce cas, le noyau peut avantageusement comprendre en 20 outre des cales en matériau amagnétique disposées entre les flancs de chaque empilement de tôles formant les barreaux et les flancs des encoches des paquets de tôles circulaires. La présence de telles cales permet de réduire l'apparition de courants de Foucault dans les joues en réduisant l'entrée d'un flux magnétique selon une direction normale au plan des tôles.

Par ailleurs, le noyau peut avantageusement comprendre en 25 outre une matière isolante disposée dans un fond des encoches des paquets de tôles circulaires. La présence d'une telle matière isolante permet d'éviter que ne se créer un contact électrique entre les segments de tôles circulaires au niveau de la liaison entre les joues et les barreaux du noyau.

30 L'invention a également pour objet un transformateur tournant comprenant un noyau annulaire interne et un noyau annulaire externe montés concentriquement autour d'un axe longitudinal commun de telle manière que l'un des noyaux puisse tourner par rapport à l'autre autour dudit axe longitudinal, au moins l'un des noyaux étant un noyau tel que 35 défini précédemment.

Brève description des dessins

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description faite ci-dessous, en référence aux dessins annexés qui en illustrent des exemples de réalisation dépourvus de tout caractère limitatif. Sur les figures :

- la figure 1 est une vue schématique montrant un exemple de transformateur tournant en U à laquelle s'applique l'invention ;
- la figure 2 est une vue en perspective d'un noyau externe de transformateur tournant selon un mode de réalisation de l'invention ;
- 10 - la figure 3 est une vue en coupe longitudinale du noyau de la figure 2 ;
- la figure 4 est une vue en perspective et en coupe longitudinale d'un noyau externe de transformateur tournant selon un autre mode de réalisation de l'invention ;
- 15 - la figure 5 montre la segmentation d'une joue de noyau externe selon une disposition avantageuse de l'invention ;
- la figure 6 montre la réalisation de chicanes dans une joue de noyau externe selon une autre disposition avantageuse de l'invention ;
- la figure 7 montre la présence de cales amagnétiques et de
- 20 matière isolante entre les joues et les barreaux d'un noyau externe selon encore d'autres dispositions avantageuses de l'invention ; et
- la figure 8 montre la réalisation d'évidements dans une joue de noyau externe selon encore une autre disposition avantageuse de l'invention.

25

Description détaillée de l'invention

L'invention s'applique à tout transformateur tournant (monophasé ou polyphasé) de type « en U » utilisés pour réaliser un transfert de puissance électrique par induction électromagnétique entre un élément fixe et un élément rotatif tel que le transformateur triphasé tournant 10 représenté sur la figure 1.

De façon connue en soi, ce transformateur tournant 10 comprend un noyau annulaire interne 12 et un noyau annulaire externe 14 qui sont montés concentriquement autour d'un axe longitudinal 16 commun de telle manière que l'un des noyaux puisse tourner par rapport à l'autre autour dudit axe longitudinal 16.

Le noyau interne 12 comprend deux gorges annulaires externes 18 dans lesquelles sont logées des bobines toriques 20, tandis que le noyau externe 14 comprend deux gorges annulaires internes 22 en regard des gorges externes 18 du noyau interne et dans lesquelles sont 5 également logées des bobines toriques 24.

Un entrefer radial 26 est ménagé entre le diamètre intérieur du noyau interne 12 et le diamètre extérieur du noyau externe 14 de manière que celle-ci puisse tourner à l'intérieur du noyau interne sans contact physique avec elle.

10 Bien entendu, l'invention s'applique également aux transformateurs monophasés tournants dans lesquels les noyaux ne comprennent qu'une seule gorge et deux joues pour y loger une seule bobine torique. De la même manière, l'invention s'applique aux autres transformateurs tournants polyphasés en faisant varier le nombre de 15 gorges et de joues.

Les figures 2 et 3 représentent un noyau externe 14 d'un tel transformateur tournant selon un mode de réalisation de l'invention. Bien entendu, l'invention s'applique également à la réalisation du noyau interne.

20 Selon l'invention, le noyau externe 14 comprend des barreaux 142 (on parle également de liens magnétiques, de couronnes ou de culasses) qui sont disposés selon l'axe longitudinal 16 du transformateur tournant, ces barreaux étant constitués chacun d'une pluralité 25 d'empilements de tôles magnétiques, par exemple de forme rectangulaire, qui sont disposés axialement.

Ainsi, sur l'exemple des figures 2 et 3, ces empilements de tôles formant chaque barreau sont au nombre de 12, sont régulièrement répartis autour de l'axe longitudinal 16 et sont composés chacun de 17 tôles rectangulaires assemblées entre elles avec interposition d'une couche 30 d'isolant. Bien entendu, ces nombres pourraient être différents, de même que la forme des tôles de ces empilements n'est pas nécessairement rectangulaire. Dans ces empilements de tôles rectangulaires 142, le flux magnétique circule axialement.

Toujours selon l'invention, le noyau externe 14 comprend 35 également trois joues 144 (on parle également de joues circulaires ou de flancs) qui sont espacées axialement l'une de l'autre et qui s'étendent

radialement depuis les barreaux pour délimiter avec ceux-ci les deux gorges annulaires internes 22 dans laquelle les bobines toriques 24 sont destinées à être logées, chaque joue 144 étant constituée d'un paquet de tôles magnétiques de forme circulaire qui sont disposées radialement et 5 assemblées entre elles avec interposition d'une couche d'isolant.

Dans l'exemple des figures 2 et 3, chaque joue 144 est ainsi constituée d'un paquet de 10 tôles magnétiques circulaires dans lesquelles le flux magnétique circule radialement.

De façon plus précise, les paquets de tôles circulaires formant 10 les joues 144 comprennent chacun des encoches axiales 146 dans lesquelles sont assemblés les empilements de tôles formant les barreaux 142.

Par ailleurs, dans l'exemple de réalisation des figures 2 et 3, les 15 tôles des empilements formant les barreaux 142 du noyau sont empilées selon des directions radiales (c'est-à-dire que ces tôles sont disposées selon une direction radiale).

La figure 4 montre une variante de réalisation d'un noyau externe 14' dans lequel les tôles des empilements formant les barreaux 142' du noyau ont une orientation différente, à savoir qu'elles sont 20 empilées selon des directions tangentialles (c'est-à-dire que ces tôles sont disposées selon une direction tangentielle).

Ici, les joues 144' comprennent également chacun des encoches axiales 146' dans lesquelles sont assemblés les empilements de tôles formant les barreaux 142', ces tôles étant par exemple au nombre de 5 25 par empilement.

On notera que les tôles formant les barreaux et les tôles circulaires formant les joues du noyau sont typiquement des tôles magnétiques à grains non orientés qui sont recouvertes d'une couche d'isolant et pressées entre elles pour permettre leur assemblage sous 30 forme de paquets et d'empilements.

En liaison avec les figures 5 à 8, on décrira maintenant différentes caractéristiques avantageuses du noyau magnétique selon l'invention.

En particulier, chaque tôle circulaire des paquets de tôles 35 circulaires formant les joues 144, 144' présente l'inconvénient d'être le

siège d'une force contre-électromotrice due au champ magnétique qui l'enlace.

Pour annuler les boucles de courant circulaires induites (boucles de courant ayant pour centre approximatif l'axe longitudinal 16), il est 5 possible, comme représenté sur la figure 5, de segmenter les tôles circulaires des paquets de tôles circulaires formant les joues 144, 144'. Ainsi, comme représenté sur ces figures, chaque paquet de tôles circulaires est segmenté, par exemple en 4 segments 144a, 144'a, qui sont maintenus entre eux au moyen d'un collage ou d'un maintien 10 mécanique par l'intermédiaire d'éléments de fixation tels que des vis, des rivets ou autres, ces éléments de fixation ayant un système d'isolation par rapport aux tôles de manière à éviter un « re-bouclage » des courants circulaires induits. Le nombre de segments pourra varier de 2 à 30 environ.

15 Une telle segmentation des tôles circulaires permet de faire disparaître les boucles de courant circulaires induites. Seuls persistent alors les courants de Foucault qui sont, quant à eux, fortement réduits grâce à la faible épaisseur des tôles.

Une autre solution pour réduire les boucles de courant circulaires induites dans les tôles circulaires formant les joues du noyau magnétique est représentée sur la figure 6. Elle consiste à créer des 20 chicanes en réalisant des entailles (ou fentes) radiales 148 dans ces tôles circulaires. Comme représenté sur cette figure 6, le parcours des boucles de courant (schématisés par la ligne 150) s'en trouve ainsi allongé.

25 Encore une autre solution (non représentée sur les figures) pour réduire les boucles de courant circulaires induites dans les tôles circulaires est d'enrouler les tôles circulaires sous forme de spirale de sorte à éviter la création d'anneaux.

Par ailleurs, afin de réduire l'apparition de courants de Foucault 30 dans les tôles circulaires formant les joues 144, 144', il est préférable de réduire au maximum l'entrée du vecteur d'induction magnétique suivant une direction normale au plan des tôles magnétiques.

A cet effet, comme représenté sur la figure 7, il est avantageusement prévu de disposer des cales en matériau amagnétique 35 152 entre les flancs de chaque empilement de tôles formant les barreaux et les flancs des encoches 146 des paquets de tôles circulaires 144 dans

lesquelles sont assemblées les tôles formant les barreaux. Typiquement, on pourra réaliser ces cales 152 en matériau composite à matrice polymère ou en matériau métallique non ferromagnétique (par exemple en alliage d'aluminium).

5 Alternativement, il pourrait être prévu de laisser un espace vide entre les flancs des empilements de tôles formant les barreaux et les flancs des encoches des paquets de tôles circulaires, cet espace vide pouvant être comblé par de la résine.

10 De plus, lorsque les tôles circulaires des paquets de tôles circulaires formant les joues 144, 144' du noyau magnétique sont segmentées (cas de la figure 5), il existe un risque que le contact franc entre les empilements de tôles formant les barreaux et les joues ne crée un contact électrique entre les différents segments des tôles circulaires, annulant ainsi l'effet de la segmentation.

15 Afin d'éviter un tel phénomène, il est avantageusement prévu de disposer une matière isolante 154 dans le fond des encoches 146 des paquets de tôles circulaires 144 (figure 7). Par exemple, cette matière isolante 154 se présentera sous la forme d'une feuille de très faible épaisseur (typiquement de l'ordre de quelques centièmes de millimètre) réalisée en fibre de verre ou dans un film polymère de type polyimide ou polyetheretherkétone (PEEK).

20 Alternativement, la matière isolante pourra être un vernis ou une colle adaptée ou réalisée en créant un espace non conducteur en plaçant des butées empêchant le contact franc entre les empilements de tôles formant les barreaux et les joues.

25 Selon encore une autre disposition avantageuse de l'invention représentée sur la figure 8, les tôles circulaires formant chaque joue 144, 144' du noyau présentent des évidements 156 en leur sein.

30 De tels évidements 156 permettent d'obtenir un gain de masse, une réduction des inductances de fuite et libèrent un passage pour d'éventuelles connexions électriques.

REVENDICATIONS

1. Noyau magnétique (12, 14 ; 14') de transformateur tournant (10), comprenant des barreaux (142 ; 142') disposés le long d'un axe longitudinal (16) du noyau et au moins deux joues (144 ; 144') espacées axialement l'une de l'autre et s'étendant radialement depuis les barreaux pour délimiter avec ceux-ci au moins une gorge annulaire (22) dans laquelle une bobine torique (24) est destinée à être logée chaque joue étant constituée d'un paquet de tôles magnétiques circulaires qui sont 5 disposées radialement, les barreaux étant constitués chacun d'une pluralité d'empilements de tôles magnétiques, les empilements de tôles formant les barreaux étant disposés axialement et assemblés sur les paquets de tôles circulaires en étant espacés angulairement les uns des autres autour de l'axe longitudinal du noyau, caractérisé en ce que les 10 tôles circulaires formant chaque joue comprennent chacune des entailles radiales (148) formant des chicanes internes permettant d'allonger le parcours des boucles de courant.
2. Noyau selon la revendication 1, les tôles circulaires formant 20 chaque joue sont segmentées.
3. Noyau selon la revendication 1 ou 2, dans lequel les tôles circulaires formant chaque joue présentent des évidements (156).
- 25 4. Noyau selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel les tôles des empilements (142) formant chaque barreau (142) sont empilées selon des directions radiales.
- 30 5. Noyau selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel les tôles des empilements (142') formant chaque barreau (142') sont empilées selon des directions tangentialles.
- 35 6. Noyau selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel les paquets de tôles circulaires formant les joues (144 ; 144') comprennent des encoches axiales (146 ; 146') dans lesquelles sont assemblés les empilements de tôles formant les barreaux.

7. Noyau selon la revendication 6, comprenant en outre des cales en matériau amagnétique (152) disposées entre des flancs de chaque empilement de tôles formant les barreaux et des flancs des 5 encoches des paquets de tôles circulaires.

8. Noyau selon l'une des revendications 6 et 7, comprenant en outre une matière isolante (154) disposée dans un fond des encoches des paquets de tôles circulaires.

10

9. Transformateur tournant (10) comprenant un noyau annulaire interne (12) et un noyau annulaire externe (14 ; 14') montés concentriquement autour d'un axe longitudinal commun (16) de telle manière que l'un des noyaux puisse tourner par rapport à l'autre autour 15 du dit axe longitudinal, caractérisé en ce qu'au moins l'un des noyaux est un noyau selon l'une quelconque des revendications 1 à 8.

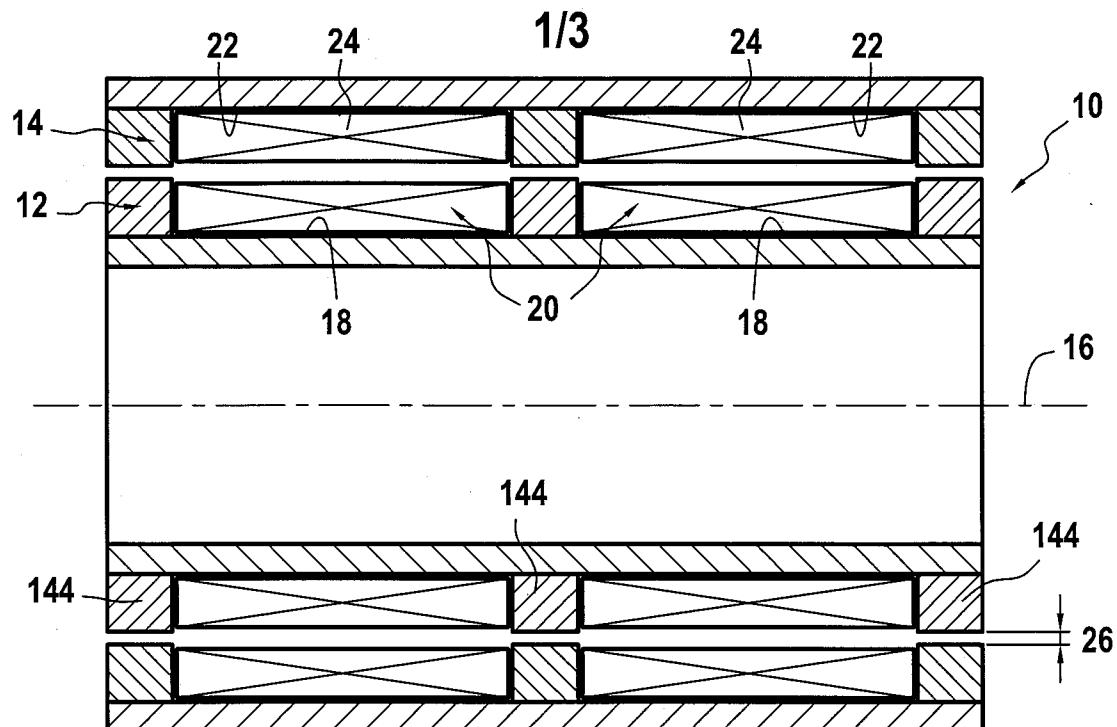


FIG.1

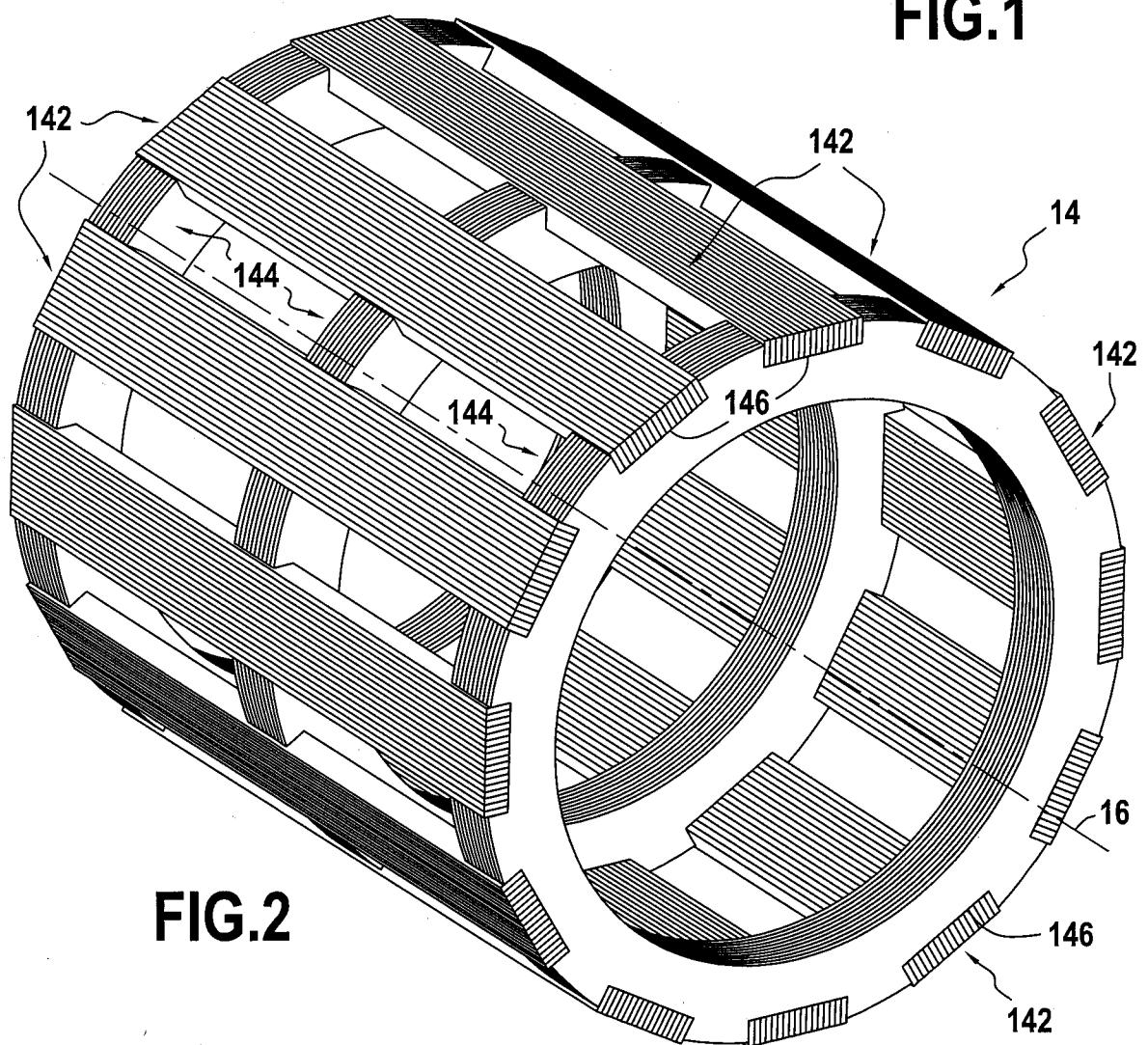
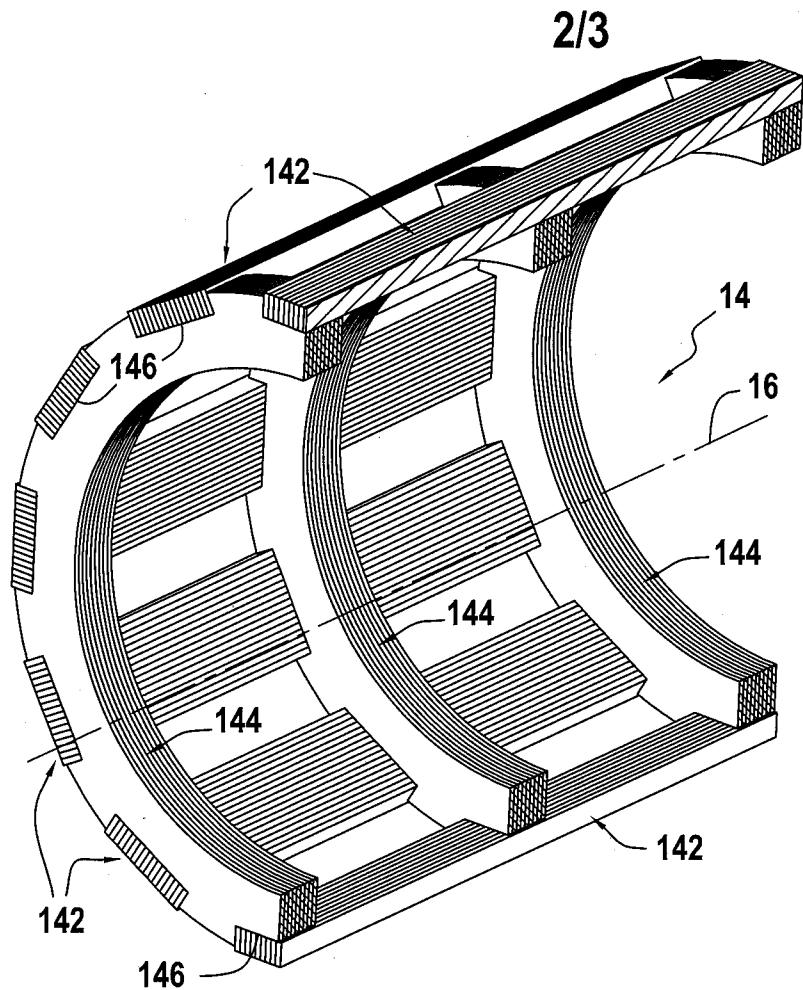
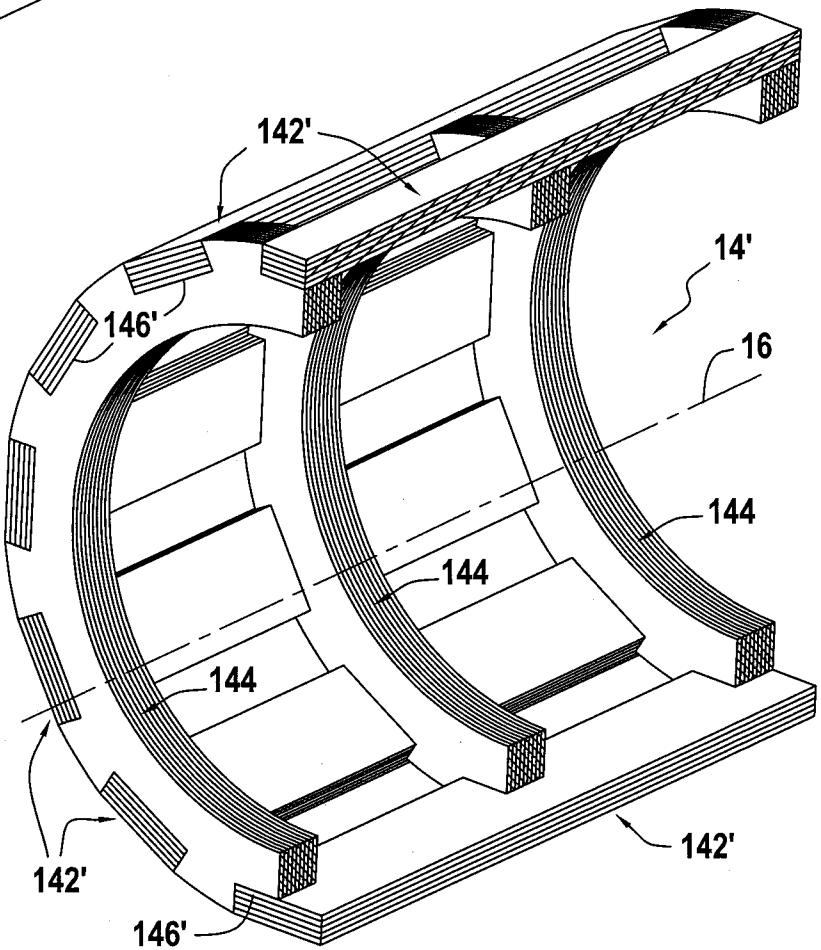
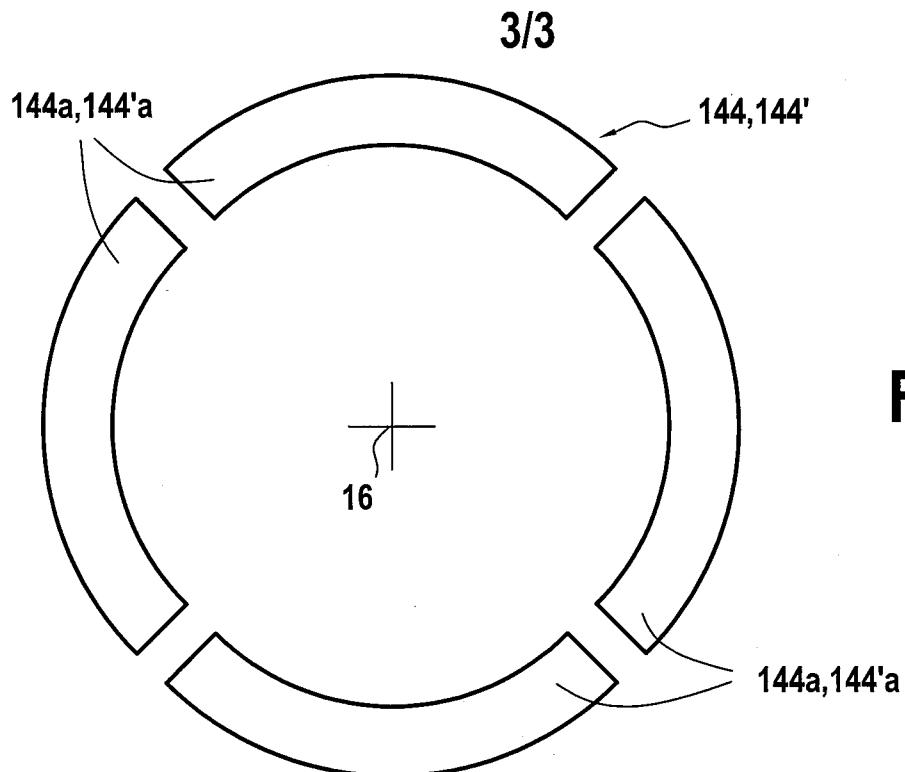
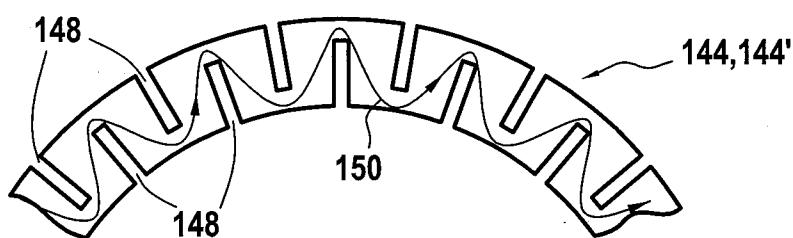
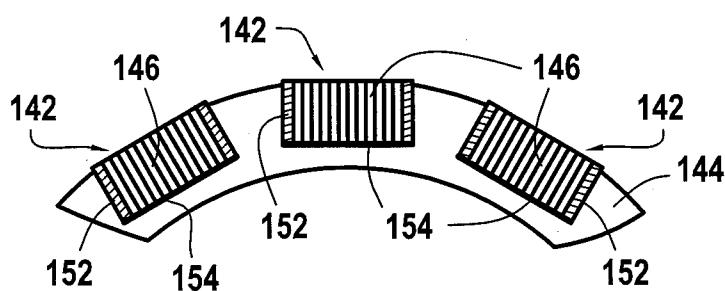
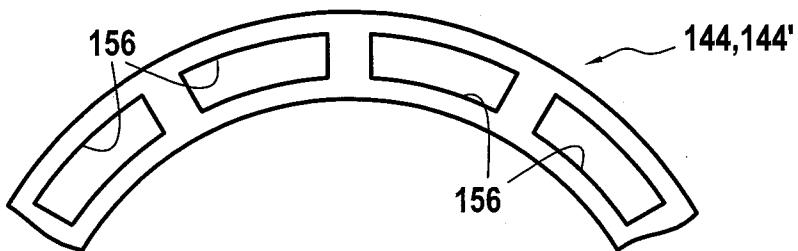


FIG.2

**FIG.3****FIG.4**

**FIG.5****FIG.6****FIG.7****FIG.8**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2015/052552

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. H01F3/02 H01F38/18
 ADD.

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H01F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	FR 1 306 964 A (OERLIKON MASCHF) 19 October 1962 (1962-10-19) the whole document -----	1-9
A	US 2013/241367 A1 (TANIGUCHI MAKOTO [JP]) 19 September 2013 (2013-09-19) abstract paragraph [0066] - paragraph [0100]; figures 1a,1b,2,3 -----	1-9
A	FR 96 427 E (SIEMENS-SCHUCKERTWERKE) 30 June 1972 (1972-06-30) the whole document -----	1-9
A	DE 10 2010 063734 A1 (SIEMENS AG [DE]) 21 June 2012 (2012-06-21) paragraph [0042] - paragraph [0043]; figure 4 -----	1-9



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
10 December 2015	08/01/2016

Name and mailing address of the ISA/
 European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3046

Authorized officer

Warneck, Nicolas

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/FR2015/052552

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)			Publication date
FR 1306964	A	19-10-1962	NONE		
US 2013241367	A1	19-09-2013	JP 2013198261 A		30-09-2013
			US 2013241367 A1		19-09-2013
FR 96427	E	30-06-1972	DE 1638624 A1		26-08-1971
			FR 96427 E		30-06-1972
DE 102010063734	A1	21-06-2012	NONE		

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2015/052552

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
 INV. H01F3/02 H01F38/18
 ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
H01F

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	FR 1 306 964 A (OERLIKON MASCHF) 19 octobre 1962 (1962-10-19) Le document en entier -----	1-9
A	US 2013/241367 A1 (TANIGUCHI MAKOTO [JP]) 19 septembre 2013 (2013-09-19) abrégé alinéa [0066] - alinéa [0100]; figures 1a,1b,2,3 -----	1-9
A	FR 96 427 E (SIEMENS-SCHUCKERTWERKE) 30 juin 1972 (1972-06-30) Le document en entier -----	1-9
A	DE 10 2010 063734 A1 (SIEMENS AG [DE]) 21 juin 2012 (2012-06-21) alinéa [0042] - alinéa [0043]; figure 4 -----	1-9

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

10 décembre 2015

08/01/2016

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
 Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Warneck, Nicolas

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2015/052552

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 1306964	A 19-10-1962	AUCUN	
US 2013241367	A1 19-09-2013	JP 2013198261 A US 2013241367 A1	30-09-2013 19-09-2013
FR 96427	E 30-06-1972	DE 1638624 A1 FR 96427 E	26-08-1971 30-06-1972
DE 102010063734	A1 21-06-2012	AUCUN	