

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

①1 N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

3 143 184

②1 N° d'enregistrement national : **22 12970**

⑤1 Int Cl⁸ : **H 01 F 30/12 (2023.01), H 01 F 27/02, 27/26**

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 08.12.22.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 14.06.24 Bulletin 24/24.

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

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

Demande(s) d'extension :

⑦1 Demandeur(s) : Valeo eAutomotive France SAS SAS — FR.

⑦2 Inventeur(s) : ROUET Amaury, DA CUNHA ALVES Wendell, DENIOT Roger, DIALLO Massourang, LEVEQUE Julien et PARIGOT Baptiste.

⑦3 Titulaire(s) : Valeo eAutomotive France SAS SAS.

⑦4 Mandataire(s) : Valeo eAutomotive France SAS - Service Propriété Intellectuelle.

⑤4 Transformateur triphasé pour convertisseur de tension isolé.

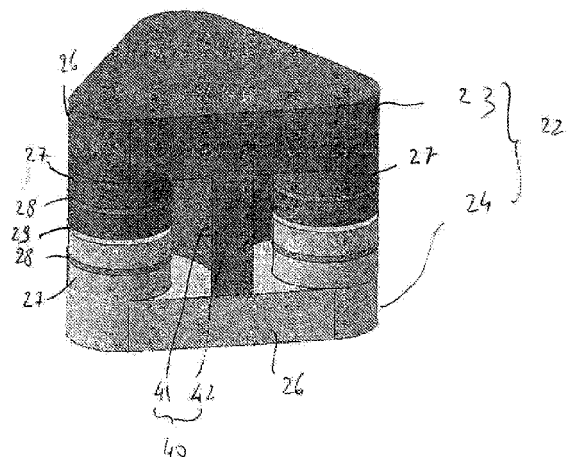
⑤7 Transformateur triphasé (15) pour convertisseur de tension isolé, comprenant:

- un circuit magnétique (22), comprenant une première partie (23) et une deuxième partie (24), chaque partie (23, 24) comprenant: une base (26) de contour sensiblement triangulaire, et trois plots (27) s'étendant chacun en direction de la base (26) de l'autre partie du circuit magnétique (22),

- trois supports (30) de conducteurs électriques (31, 32), chaque support (30) étant monté sur deux plots (27) en regard appartenant respectivement à l'une et à l'autre des parties (23, 24) du circuit magnétique (22), chaque support (30) de conducteurs électriques (31, 32) portant deux enroulements électriques (20, 21) en couplage inductif l'un avec l'autre par l'intermédiaire du circuit magnétique (22),

caractérisé par le fait que le chaque plot (27) d'une partie (22) du circuit magnétique définit au moins un entrefer (28) autrement que via sa coopération avec le plot (27) de l'autre partie (23) du circuit magnétique dont il est en regard

Figure d'abrégé : Fig.3



FR 3 143 184 - A1



Description

Titre de l'invention : Transformateur triphasé pour convertisseur de tension isolé

- [0001] La présente invention concerne un transformateur triphasé pour un convertisseur de tension isolé, un tel convertisseur de tension étant par exemple intégré à un composant pour l'alimentation électrique d'une unité de stockage d'énergie électrique de véhicule, encore appelé « chargeur » de cette d'unité de stockage d'énergie électrique. L'unité de stockage d'énergie électrique est par exemple une batterie, pouvant présenter une tension nominale supérieure à 60V, par exemple supérieure ou égale à 300V, à 400V, à 800V, voire à 1000V. Le convertisseur de tension reçoit par exemple d'un réseau électrique une tension alternative et fournit à la batterie une tension continue. Ce convertisseur peut véhiculer une puissance supérieure à 5kW, par exemple supérieure à 7kW, par exemple supérieure à 11kW, notamment de 22kW ou plus. Un tel convertisseur comprend un transformateur triphasé. L'emploi d'un tel transformateur peut permettre de réaliser une isolation galvanique et réaliser une adaptation en tension.
- [0002] Il est déjà connu des transformateurs triphasés comportant trois bobines formées chacune d'un enroulement autour d'une colonne ou noyau en ferrite disposés dans un même plan dans un boîtier en aluminium. Ce type de transformateur présente plusieurs inconvénients limitant ses performances. Ces inconvénients sont des chutes d'inductance élevées lorsque le transformateur est disposé dans le boîtier en aluminium, des courants déséquilibrés, une fréquence de résonance non uniforme, et des pertes élevées dans le boîtier en aluminium.
- [0003] Il existe un besoin pour remédier aux inconvénients précités.
- [0004] L'invention a pour but de répondre à ce besoin et elle y parvient, selon l'un de ses aspects, à l'aide d'un transformateur triphasé pour convertisseur de tension isolé, comprenant:
- [0005] - un circuit magnétique, comprenant une première partie et une deuxième partie, chaque partie comprenant : une base de contour sensiblement triangulaire, notamment de contour définissant un triangle équilatéral, et trois plots s'étendant chacun en direction de la base de l'autre partie du circuit magnétique,
- [0006] - trois supports de conducteurs électriques, chaque support étant monté sur deux plots en regard appartenant respectivement à l'une et à l'autre des parties du circuit magnétique, chaque support de conducteurs électriques portant deux enroulements électriques en couplage inductif l'un avec l'autre par l'intermédiaire du circuit magnétique,

- [0007] caractérisé par le fait que chaque plot d'une partie du circuit magnétique définit au moins un entrefer autrement que via sa coopération avec le plot de l'autre partie du circuit magnétique dont il est en regard.
- [0008] Ainsi, dans le transformateur selon l'invention, pour chaque phase, le champ magnétique permettant le couplage inductif traverse au moins trois entrefers. On évite d'avoir recours à des inductances résonantes additionnelles à des fins de découplage. Il en résulte un gain en encombrement pour le convertisseur intégrant le transformateur.
- [0009] Le circuit magnétique peut comprendre une jambe centrale portée par l'une des parties du circuit magnétique. Cette jambe centrale peut permettre de réduire les pertes fer dans le circuit magnétique.
- [0010] La jambe centrale peut être réalisée d'une seule pièce avec la partie du circuit magnétique qui la porte.
- [0011] La jambe centrale peut s'étendre entre deux extrémités étant chacune en contact avec une des bases du circuit magnétique. Aucun entrefer n'est alors ménagé dans la jambe centrale. Du fait de l'absence d'entrefer dans la jambe centrale et de la présence des entrefers au niveau des plots du circuit magnétique, les phases du transformateur sont découplées et les fuites d'inductance sont équilibrées.
- [0012] La jambe centrale peut présenter un cœur et trois excroissances s'étendant depuis ce cœur, chaque excroissance s'étendant entre deux plots voisins portés par une même partie du circuit magnétique.
- [0013] Chaque excroissance de la jambe centrale peut avoir une paroi en regard d'un plot dont la forme est la même que celle du plot. Cette similarité de forme peut favoriser l'intégration de ces excroissances dans l'espace entre deux plots voisins.
- [0014] Le champ magnétique circulant entre deux enroulements électriques portés par un même support de conducteurs électriques peut traverser exactement trois entrefers.
- [0015] Chaque support de conducteurs électriques peut intégrer l'un au moins :
- [0016] - d'un système de guidage d'au moins un des deux conducteurs électriques à l'extérieur de l'enroulement électrique qu'il définit,
- [0017] - d'un système de maintien de ce support sur le circuit magnétique,
- [0018] - d'un système de maintien de ce support sur un boîtier du transformateur, notamment sur un corps de ce boîtier, et
- [0019] - d'un système de maintien d'un couvercle de boîtier du transformateur sur ce support.
- [0020] Un tel support de conducteurs électriques intégrant tout ou partie des systèmes précités peut être réalisé d'une seule pièce, par exemple en plastique tel du polybutylène terephthalate (PBT), ou du polyamide (PA).
- [0021] Le système de guidage précité peut comprendre au moins une pince coopérant avec l'un des conducteurs électriques au-delà d'une extrémité de l'enroulement électrique

qu'il définit.

- [0022] Ce système de guidage peut comprendre deux parois additionnelles s'étendant le long de l'axe longitudinal du support, ces deux parois additionnelles étant décalées et définissant entre elles un canal de guidage recevant l'un au moins des conducteurs électriques à l'extérieur de l'enroulement qu'il définit.
- [0023] Le système de maintien précité du support sur le circuit magnétique peut comprendre au moins un patin faisant saillie par rapport au reste du support. Le patin peut définir une surface venant au contact d'une surface d'une base du circuit magnétique.
- [0024] Le système de maintien précité du support sur le boîtier du transformateur peut comprendre au moins un pion, notamment un unique pion, faisant saillie par rapport au reste du support. Le pion peut avoir une section perpendiculaire à l'axe longitudinal du support qui est cruciforme. Le pion peut être reçu à force dans une ouverture ménagée dans le boîtier, notamment dans le corps du boîtier, de manière à assurer ce maintien du support sur le boîtier.
- [0025] Le système de maintien précité du couvercle du boîtier sur le support peut comprendre au moins un pion faisant saillie par rapport au reste du support. Le pion peut avoir une section perpendiculaire à l'axe longitudinal du support qui est cruciforme. Le pion peut être reçu à force dans une ouverture ménagée dans le couvercle du boîtier, de manière à assurer ce maintien du couvercle sur le support.
- [0026] Le système de maintien du couvercle du boîtier sur le support et les parois additionnelles du système de guidage peuvent faire saillie par rapport au reste du support d'un même côté du support, le long de l'axe longitudinal de ce support.
- [0027] Le système de maintien du couvercle du boîtier sur le support et le système de maintien du support sur le boîtier du transformateur peuvent faire saillie par rapport au reste du support, depuis des côtés opposés du support, le long de l'axe longitudinal du support.
- [0028] Dans une autre variante, le maintien du couvercle sur le corps du boîtier peut se faire par l'intermédiaire de vis reçues dans des trous ménagés dans la paroi du corps du boîtier, notamment dans des trous ménagés dans un épaulement de la paroi du corps du boîtier. Ce maintien du couvercle ne se fait alors pas via le support de conducteurs électriques. L'emploi, avec cette fixation par vis, d'un couvercle métallique, permet d'assurer un blindage CEM du boîtier.
- [0029] Le circuit magnétique et les supports de conducteurs électriques sont par exemple disposés dans le boîtier, ce dernier étant notamment rempli d'une résine qui est ensuite polymérisée pour immobiliser l'intérieur du boîtier.
- [0030] Les trois supports de conducteurs électriques peuvent définir un motif triangulaire, notamment un triangle équilatéral.
- [0031] L'invention a encore pour objet, selon un autre de ses aspects, un composant pour

l'alimentation électrique d'une unité de stockage d'énergie électrique de véhicule, comprenant le transformateur défini ci-dessus. L'unité de stockage d'énergie électrique est par exemple une batterie pouvant présenter l'une des tensions nominales ci-dessus.

- [0032] L'invention pourra être mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre d'exemples non limitatifs de mise en œuvre de celle-ci :
- [0033] - [Fig.1] représente de façon schématique une partie du circuit électrique d'un composant pour l'alimentation électrique d'une unité de stockage d'énergie électrique de véhicule
- [0034] - [Fig.2] représente en élévation un exemple de transformateur triphasé pouvant être utilisé dans le circuit de la [Fig.1],
- [0035] - [Fig.3] représente de façon isolé le circuit magnétique du transformateur triphasé de la [Fig.2],
- [0036] - [Fig.4] représente partiellement le transformateur triphasé des figures 2 et 3 lorsque le couvercle du boîtier est ôté
- [0037] - [Fig.5] représente un détail d'un exemple de système de maintien du couvercle du boîtier du transformateur sur le support,
- [0038] - [Fig.6] représente le couvercle du boîtier de la [Fig.4],
- [0039] - [Fig.7] représente en isolé le corps du bornier visible sur la [Fig.2],
- [0040] - [Fig.8] représente le corps de la [Fig.7] dans lequel des inserts sont disposés,
- [0041] - [Fig.9] représente le bornier des figures 7 et 8 avec barreau électriquement conducteur et vis,
- [0042] - [Fig.10] représente la face du transformateur opposée à celle représentée sur la [Fig.4],
- [0043] - [Fig.11] est une vue du support de conducteurs électriques du transformateur depuis le même côté que la [Fig.10], et montre le système de maintien du support sur le circuit magnétique et le système de maintien du support sur le corps du boîtier du transformateur portés par ce support
- [0044] - [Fig.12] représente le corps du boîtier du transformateur sur lequel est maintenu le support de conducteurs électriques de la [Fig.11],
- [0045] - [Fig.13] est une vue similaire à la [Fig.11] et montre également des nervures permettant l'éloignement de ce support par rapport à la portion du circuit magnétique sur laquelle il est monté,
- [0046] - [Fig.14], [Fig.15] et [Fig.16] sont des vues similaires à celle de la [Fig.13], lorsque le support de conducteurs électriques est monté sur la portion du circuit magnétique,
- [0047] - [Fig.17] est une vue en coupe de côté de la [Fig.16],
- [0048] - [Fig.18] représente trois supports de conducteurs électriques du transformateur et leurs conducteurs électriques, en l'absence du circuit magnétique,
- [0049] - [Fig.19] représente de façon isolée un des trois supports de conducteurs électriques

de la [Fig.18] avec ses conducteurs électriques,

- [0050] - [Fig.20] représente le support de conducteurs électriques de la [Fig.19] sans ses conducteurs électriques, et
- [0051] - [Fig.21] représente, de façon similaire à la [Fig.2], un autre exemple de transformateur triphasé différant entre autres par la façon dont le couvercle est maintenu.
- [0052] On a représenté sur la [Fig.1] une partie du circuit électrique 1 d'un composant pour l'alimentation électrique d'une unité de stockage d'énergie électrique de véhicule. Ce composant, est encore appelé « chargeur ». L'unité de stockage d'énergie électrique, non représentée sur cette [Fig.1], est par exemple une batterie, pouvant présenter une tension nominale supérieure à 60V, par exemple supérieure ou égale à 300V, à 400V, à 800V, voire à 1000V.
- [0053] Le circuit 10 reçoit en entrée une tension alternative d'un réseau non représenté qui est ici triphasé. Un redresseur permettant de convertir cette tension alternative en une tension continue, et réalisant également le cas échéant une fonction de correction de facteur de puissance (« Power factor correction » en anglais), est disposé en amont d'un bus continu 11. En aval de ce bus continu, depuis le réseau électrique, est disposé un convertisseur de tension isolé 12, étant ici un DC/DC. Ce convertisseur 12 comprend de façon connue un onduleur 14, un transformateur triphasé 15, et un redresseur 16 fournissant au véhicule une tension continue isolée du réseau électrique. Comme on peut le voir sur la [Fig.1], le transformateur triphasé 15 est relié à chacun du redresseur 16 et de l'onduleur 14 par un bloc d'inductances 17 et un bloc de condensateurs 18, de manière à définir une structure CLLLC. D'autres structures sont bien entendu possibles, comme une structure LLC, CLLC, LC ou encore CL.
- [0054] Comme on peut le voir sur la [Fig.1], chaque phase présente un enroulement primaire 20 et un enroulement secondaire 21 en couplage inductif l'un avec l'autre, et les enroulements primaires 20 sont reliés en étoile et les enroulements secondaires 21 sont également reliés en étoile.
- [0055] Le transformateur triphasé 15 comprend dans l'exemple considéré un circuit magnétique 22, comprenant une première partie 23 et une deuxième partie 24. Chaque partie 23, 24 comprend : une base 26 de contour sensiblement triangulaire, et trois plots 27 s'étendant chacun en direction de la base 26 de l'autre partie du circuit magnétique 22. Chaque base 26 présente ici un contour définissant un triangle équilatéral.
- [0056] Le transformateur 15 comprend encore trois supports 30 de conducteurs électriques 31, 32, chaque support 30 étant ici monté sur deux plots 27 en regard appartenant respectivement à l'une et à l'autre des parties 23, 24 du circuit magnétique. Deux conducteurs électriques 31, 32 associés à un même support 30 présentent respectivement une portion définissant un enroulement primaire 20 et une portion définissant un enroulement secondaire 21. Ces conducteurs électriques 31, 32 sont par exemple du

fil de Litz.

- [0057] Comme on peut le voir sur la [Fig.2], les trois supports 30 de conducteurs électriques 31, 32 sont positionnés de manière à définir un triangle équilatéral.
- [0058] Le transformateur 15 comprend encore un boîtier 50 comprenant un corps 51 fermé par un couvercle 52, qui sont visibles sur les figures 4 et 6. Ce corps 51 et ce couvercle 52 sont par exemple réalisés en métal, par exemple en aluminium. Les supports 30 et le circuit magnétique 22 sont disposés à l'intérieur du boîtier 50. Le corps 51 est rempli d'une résine apte à être polymérisée pour durcir et immobiliser les composants disposés à l'intérieur du corps (« potting » en anglais).
- [0059] Comme on peut le voir sur les figures 4 et 6, le boîtier 50 présente également un contour triangulaire, étant plus précisément ici un triangle équilatéral. Le boîtier est dans l'exemple considéré exclusivement formé par le corps 51 et le couvercle 52, mais l'invention n'est pas limitée à un boîtier 50 constitué de deux parties.
- [0060] Comme on peut le voir sur la [Fig.3], chaque plot 27 définit un entrefer propre 28, par exemple via une zone du plot 27 remplie de matériau non magnétique tel qu'un composite de résine époxyde renforcé en fibre de verre (FR4) ou de la céramique. Cette zone occupée par ce matériau non magnétique définit par exemple toute une tranche du plot. Plusieurs tronçons sont par exemple assemblés avec cette zone du plot 27 pour constituer ce plot 27. Comme on peut le voir sur la [Fig.3], un entrefer additionnel 29 est présent entre les extrémités en regard de deux plots 27 appartenant respectivement à des parties différentes 23, 24 du circuit magnétique 22. Ainsi, dans l'exemple de circuit magnétique 22 considéré, chaque champ magnétique permettant le couplage inductif entre un enroulement primaire 20 et un enroulement secondaire 21 traverse exactement trois entrefers.
- [0061] Toujours sur la [Fig.3], on constate que le circuit magnétique 22 de l'exemple considéré comprend une jambe centrale 40 portée par l'une des parties 23, 24 du circuit magnétique 22. Cette jambe centrale 40 est ici réalisée d'une seule pièce avec la partie 23 du circuit magnétique 22 qui la porte.
- [0062] On constate sur la [Fig.3] que la jambe centrale 40 s'étend dans cet exemple de façon continue entre deux extrémités étant chacune en contact avec une des bases 26 du circuit magnétique 22, de sorte qu'aucun entrefer n'est ménagé dans la jambe centrale 40.
- [0063] On constate également sur la [Fig.3] ou sur la [Fig.16] que la jambe centrale 40 présente un cœur 41 et trois excroissances 42 s'étendant depuis ce cœur 41, chaque excroissance 42 s'étendant entre deux plots voisins 27 portés par une même partie du circuit magnétique.
- [0064] Comme cela est visible sur la [Fig.3], dans l'exemple considéré, chaque plot 27 présente un contour extérieur circulaire, et chaque excroissance 42 de la jambe centrale

40 présente ici une paroi en regard des plots 27 de forme arrondie.

- [0065] Comme on peut le voir sur la [Fig.2], le transformateur triphasé 15 comprend un bornier de connexion 45. Ce bornier de connexion 45 est fixé à un côté du boîtier 50 du transformateur triphasé 15. Comme on peut le voir sur la [Fig.2], le bornier 45 définit ici six bornes 60 pour la connexion du transformateur triphasé 15 au reste du circuit électrique 10, ces bornes 60 étant représentées de façon schématisée sur la [Fig.1]. Ces bornes 60 viennent ici en contact avec des pistes électriques d'une carte électronique non représentée.
- [0066] Le bornier de connexion 45 présente, comme cela est visible sur la [Fig.2], une forme allongée, et les six bornes 60 sont ici disposées selon une rangée.
- [0067] Les différents éléments du bornier 45 selon l'exemple de réalisation représenté vont maintenant être décrits en référence aux figures 7 à 9
- [0068] Le bornier 45 comprend ici un corps 61 et une pluralité de barreaux électriquement conducteurs 62, chaque borne 60 étant définie par une portion 63 d'un barreau. Chaque portion 63 est ici plane, de manière à venir en contact avec une piste électrique de la carte électronique mentionnée ci-dessus. Le corps 61 peut être réalisé en plastique, par exemple en PBT, PA...
- [0069] Chaque barreau électriquement conducteur 62 présente par exemple une portion 65, opposée à la portion 63 définissant la borne, qui est électriquement connectée à un des conducteurs électriques 31, 32, ici via un manchon creux 66 à l'intérieur duquel le conducteur 31, 32 est inséré, par exemple fixé par sertissage ou soudure.
- [0070] Chaque barreau électriquement conducteur 62 comprend localement un trou 67 et la fixation de ce barreau électriquement conducteur 62 sur le corps 61 s'effectue au moyen d'une vis 68 reçue dans ce trou 67. Le corps 61 comprend ici six logements 69, et chacun de ces logements reçoit un insert 70 ménageant un trou 71, la vis 68 précitée étant reçue dans un trou d'insert 71. Ainsi, la fixation du barreau électriquement conducteur 62 sur le corps 61 se fait via la vis 68 et l'insert 70 reçu dans le logement 69. Chaque insert 70 peut être réalisé en métal, notamment en acier. En variante, chaque insert est réalisé en matériau composite. Six inserts sont par exemple prévus, et tous ces inserts 70 présentent dans l'exemple considéré la même forme et les mêmes dimensions. Chaque vis 68 peut, en plus d'assurer la fixation d'un barreau électriquement conducteur 62 sur le corps 61, également assurer la fixation du barreau électriquement conducteur 62 sur la carte électronique non représentée.
- [0071] Comme on peut le voir sur la [Fig.8], chaque insert 70 peut définir un relief de positionnement 73 de la portion 63 du barreau électriquement conducteur définissant le trou 67. Ce relief de positionnement 73 est par exemple un méplat de forme circulaire.
- [0072] Comme on peut le voir sur les figures 2, 7 et 8, la paroi extérieure de chaque logement 69 peut ménager un décrochement 75 apte à accueillir une portion

d'extrémité 64 du barreau électriquement conducteur 62, afin d'assurer un positionnement correct de ce barreau sur le corps 61 et d'éviter toute rotation relative entre ce barreau et ce corps.

- [0073] Dans un autre exemple de mise en œuvre non représenté, le corps 61 comprend une pluralité de logements 69 qui reçoivent directement les vis 68, en l'absence d'insert 70. Dans cet autre exemple de mise en œuvre, la fixation du barreau électriquement conducteur 62 sur le corps 61 se fait directement via la vis 68, sans pièce intermédiaire.
- [0074] Comme on peut le voir sur les figures 4 et 5, chaque support 30 de conducteurs électriques peut intégrer un système de maintien 80 du couvercle 52 sur ce support 30.
- [0075] Chaque support 30 comprend par exemple un unique pion 81 faisant saillie par rapport au reste du support 30 selon l'axe longitudinal de ce dernier. En variante, seuls deux des trois supports du transformateur 15 comprennent un pion 81, le troisième support 30 en étant dépourvu.
- [0076] La [Fig.5] représente en détail un pion 81, ce dernier pouvant présenter une section perpendiculaire à l'axe longitudinal du support qui est cruciforme. Chaque pion 81 d'un support 30 de conducteurs électriques est dans l'exemple considéré reçu à force dans une ouverture ménagée dans le couvercle 52, comme on peut le voir sur la [Fig.4]. La disposition relative des pions 81 des supports 30 permet d'immobiliser le couvercle 52.
- [0077] Comme on peut le voir sur la [Fig.5], le système de maintien 80 du couvercle 52 sur le support 30 peut s'étendre le long de l'axe longitudinal du support 30 d'un même côté du support 30 qu'un système de guidage 85 de conducteurs électriques qui va être décrit en référence aux figures 18 à 20.
- [0078] Sur ces figures 18 à 20, le système de maintien 80 n'est pas représenté, le système de guidage 85 pouvant être présent sans nécessairement que le système de maintien 80 le soit, d'autres façons de maintenir le couvercle 52 étant possibles, comme décrit notamment en référence à la [Fig.21].
- [0079] Comme on peut le voir sur la [Fig.18], chaque conducteur électrique 31, 32 porté par un support 30 du transformateur 15 peut être guidé à l'extérieur de l'enroulement 20, 21 qu'il définit.
- [0080] Dans l'exemple considéré, chacun de ces conducteurs 31, 32 est guidé par le système de guidage 85 au-delà de chacune des extrémités de l'enroulement électrique 20, 21 qu'il définit. Comme déjà mentionné précédemment et comme cela est visible sur les figures 2 et 21, les premières extrémités des conducteurs électriques peuvent constituer une sortie vers le circuit électrique 10 à l'extérieur du transformateur 15, et trois des deuxièmes extrémités des conducteurs électriques peuvent mener vers un point commun via une connexion en étoile au primaire, et trois autres de ces deuxièmes extrémités des conducteurs électriques peuvent mener vers un point commun via une

autre connexion en étoile au secondaire.

- [0081] Le support 30 des deux enroulements électriques 31, 32 comprend :
- [0082] - une paroi 90 autour de laquelle sont disposés les enroulements électriques 20, 21, et cette paroi 90 définit dans l'exemple considéré mais de façon non-limitative un cylindre creux de section transversale circulaire, et
- [0083] - trois rebords 92, 93, 94 décalés le long de l'axe longitudinal du support, de sorte que l'un des enroulements électriques 31 est disposé entre le premier 92 et le deuxième rebord 92 et que l'autre des enroulements électriques 32 est disposé entre le deuxième 93 et le troisième 94 rebord, comme cela est clairement visible sur la [Fig.2] par exemple. L'écart entre deux rebords consécutifs 92, 93 et 93, 94 reste constant dans l'exemple considéré.
- [0084] Le système de guidage 85 agit sur les conducteurs électriques d'une part via des pinces 97 et 98, et d'autre part via des parois additionnelles 105 et 106.
- [0085] Dans l'exemple des figures 18 à 20, le système de guidage 85 comprend, pour chaque conducteur électrique 31, 32, d'une part une première pince 97 coopérant avec ce conducteur électrique 31, 32 au-delà de la première extrémité de l'enroulement électrique 20, 21 qu'il définit. Une telle pince 97 présente par exemple deux bras 99 incurvés de manière à épouser une zone du contour de cette extrémité du conducteur électrique, comme représenté sur la [Fig.18] ou 20. Il s'agit ici d'un contour circulaire. Chaque pince 97 est par exemple, mais de façon non-limitative, réalisée d'une seule pièce avec le reste du support 30 de conducteurs électriques. Comme déjà expliqué, chaque première pince 97 coopère par exemple avec une portion de conducteur électrique 31,32 en chemin vers une borne de connexion 60.
- [0086] Le système de guidage 85 comprend d'autre part une deuxième pince 98 coopérant avec le conducteur électrique au-delà de la deuxième extrémité de l'enroulement électrique qu'il définit, ces premières 97 et deuxièmes 98 pinces se succédant le long de l'un des premier 92, deuxième 93 et troisième 94 rebords. Comme déjà expliqué, chaque deuxième pince 98 coopère par exemple avec une portion de conducteur électrique 31,32 en chemin vers un point commun d'une connexion en étoile.
- [0087] Plus précisément, dans l'exemple considéré :
- [0088] - le premier rebord 92 comprend deux premières pinces 97 qui coopèrent chacune respectivement avec un des conducteurs électriques 31, 32 au-delà de la première extrémité de l'enroulement électrique 20, 21 qu'il définit, et deux deuxièmes pinces 98 qui coopèrent chacune respectivement avec un conducteur électrique au-delà de la deuxième extrémité de cet enroulement électrique 20, 21, et
- [0089] - le deuxième rebord 93 comprend une première pince 97, disposée sous une première pince 97 du premier rebord 92, et une deuxième pince 98, disposée sous une deuxième pince 98 du premier rebord. Les pinces portées par le deuxième rebord 94

permettent de guider le conducteur électrique 32 à l'extérieur de l'enroulement électrique disposé entre le deuxième rebord 93 et le troisième rebord 94.

- [0090] On constate sur les figures 18 à 20 que, le long du rebord 92, on trouve deux paires de pinces formées chacune d'une première pince 97 et d'une deuxième pince 98, et que l'écart entre deux paires de pinces est supérieur à la distance entre deux pinces d'une même paire.
- [0091] On constate également sur ces figures 19 et 20 que les pinces 97, 98 portées par le deuxième rebord 93 sont alignées le long de l'axe de la paroi cylindrique 90 avec des pinces 97, 98 portées par le premier rebord 92.
- [0092] On va maintenant décrire les deux parois additionnelles 105 et 106 du système de guidage 85. Ces deux parois additionnelles 105 et 106 sont ici décalées de manière à définir entre elles un canal de guidage 108 recevant de façon empilée les conducteurs électriques 31, 32 à l'extérieur des enroulements 20, 21 qu'ils définissent. Le canal 108 présente ici une dimension constante. Ces parois additionnelles s'étendent dans l'exemple considéré de part et d'autre d'une portion en arc de cercle du premier rebord 92, faisant saillie axialement au-delà de ce premier rebord 92. Dans la zone en recouvrement de ce premier rebord 92, les parois additionnelles 105 et 106 définissent chacune une portion en arc de cercle, la paroi 106 présentant un rayon supérieur à la paroi 105, comme cela est également visible sur la [Fig.17].
- [0093] On constate sur les figures 18 à 20 que la paroi 106 comprend des premières ouvertures 110 pour le passage des conducteurs électriques 31, 32 vers l'enroulement électrique 20, 21 qu'il définit, et des deuxième ouvertures 111 dans lesquelles aucun enroulement électrique ne passe. On constate que les premières ouvertures 110 sont disposées radialement en regard d'une pince 97, 98.
- [0094] Dans l'exemple des figures 10 à 12, chaque support 30 de conducteurs électriques 31, 32 intègre également un système de maintien 120 sur le corps 51 du boîtier 50. Ce système de maintien 120 comprend ici un pion 121, ayant dans cet exemple une section perpendiculaire à l'axe longitudinal du support qui est cruciforme. Ce pion 121 s'étendant axialement en éloignement du reste du support 30 depuis le troisième rebord 94. Comme on peut le voir sur les figures 10 et 12, chaque pion 121 est reçu en force dans une ouverture 122 ménagée dans le corps 51 du boîtier 50. Ce système de maintien peut assurer une immobilisation du circuit magnétique 22 sur le corps 51 du boîtier avant polymérisation de la résine contenue dans ce boîtier 50.
- [0095] Lorsque de tels systèmes de maintien 120 existent, ils peuvent ou non être combinés avec les systèmes de maintien 80 et les systèmes de guidage 85 précités. Comme on peut le voir sur les figures 10 à 12, chaque système de maintien 120 peut alors s'étendre axialement d'un côté du support 30 tandis que le système de maintien 80 et le système de guidage 85 s'étendent axialement du côté opposé du support 30.

- [0096] On va maintenant décrire en référence aux figures 13 à 15, une fonctionnalité qui peut être intégrée à tout ou partie des supports 30 de conducteurs électriques 31, 32. Un système de maintien 130 de support 30 de conducteurs électriques 31, 32 sur le circuit magnétique 22 est ainsi prévu. Ce système de maintien 130 se présente sous la forme de deux patins 132 faisant saillie par rapport au reste du support 30. Lorsque le système de maintien 120 est prévu, ces systèmes 130 et 120 peuvent s'étendre axialement d'un même côté du support, le pion 121 et un patin 132 étant notamment disposés côte à côte comme on peut le voir dans l'exemple de la [Fig.11].
- [0097] Chaque patin 132 définit ici une surface 135 venant au contact d'une surface 136 d'une base 26 du circuit magnétique 22. Les surfaces 135 et 136 sont ici planes. Chaque patin 132 est par exemple soutenu par un renfort 133, comme visible sur la [Fig.11].
- [0098] Comme on le déduit de la [Fig.15], la coopération entre les deux patins 132 d'un support 30 et la base 26 peut assurer une immobilisation en rotation du support 30 sur le circuit magnétique 22.
- [0099] On va maintenant décrire en référence aux figures 13 à 16 une autre fonctionnalité pouvant être intégrée à tout ou partie des supports 30 de conducteurs électriques 31, 32. On constate sur ces figures que la paroi cylindrique 90 du support 30 comprend des nervures 142 s'étendant en éloignement de la paroi 90 en direction du plot 27 sur lequel ce support est monté.
- [0100] Dans l'exemple considéré, six nervures 142 sont prévues, mais l'invention n'est pas limitée à un nombre précis de nervures 142. Ces six nervures 142 constituent ainsi un système d'écartement 140 de la paroi cylindrique 90, et donc des enroulements électriques 20, 21 qu'elle porte, du plot 27.
- [0101] On constate sur les figures 13 à 16 que toutes les nervures 142 peuvent présenter la même forme et être réparties uniformément autour du plot 27.
- [0102] On constate également sur ces figures que chaque nervure 142 peut s'étendre de façon continue le long de l'axe du support 30 depuis le premier rebord 92 jusqu'au troisième rebord 94.
- [0103] Dans une variante non représentée, tout ou partie des nervures s'étend de façon discontinue le long de l'axe du support 30.
- [0104] Comme on peut le voir sur la [Fig.16], chaque nervure 142 ne s'étend par exemple pas jusqu'au plot 27 sur lequel le support 30 est monté. Un espace vide assurant un montage aisé reste ainsi présent entre chaque extrémité d'une nervure en regard du plot 27 et ce plot 27.
- [0105] Comme déjà mentionné, chaque support 30 de conducteurs électriques 31, 32 peut être réalisé d'une seule pièce.
- [0106] Lorsque ce support 30 intègre :

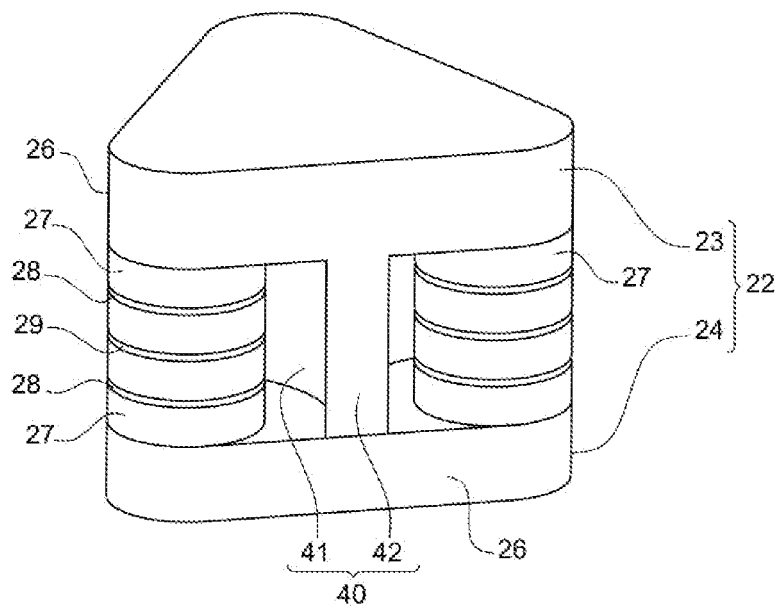
- [0107] -les nervures 142, et/ou
- [0108] - le système de maintien 80 du couvercle 52 sur le support, et/ou
- [0109] - le système de guidage 85 de conducteurs électriques, et/ou
- [0110] - le système de maintien 120 du support sur le corps 51 du boîtier, et/ou
- [0111] - le système de maintien 130 du support sur le circuit magnétique 22,
- [0112] tous ces systèmes peuvent être réalisés d'une seule pièce ou non avec le reste du support 30 . Dans un exemple particulier, le support 30 est ainsi monobloc et possède tout ou partie des fonctionnalités précitées.
- [0113] L'invention n'est pas limitée aux exemples qui viennent d'être décrits.
- [0114] Dans l'exemple de la [Fig.21], le maintien du couvercle 52 se fait directement sur le corps 51 du boîtier 50 par l'intermédiaire de vis 56 reçues dans un épaulement 57 de la paroi du corps 51. Le couvercle 52, qui est représenté en transparence sur cette [Fig.21], peut obturer le corps 51, assurant ainsi un blindage CEM du boîtier 50.
- [0115] On constate sur cette [Fig.21] que la paroi 105 du système de guidage 85 peut présenter des saillies additionnelles 115, reçues dans des ouvertures ménagées dans le couvercle 52. Ces saillies additionnelles 115 définissent par exemple deux créneaux par côté du transformateur 15, et elles peuvent faciliter l'introduction du circuit magnétique 22 muni des supports 30 à l'intérieur du corps 51 du boîtier 50.

Revendications

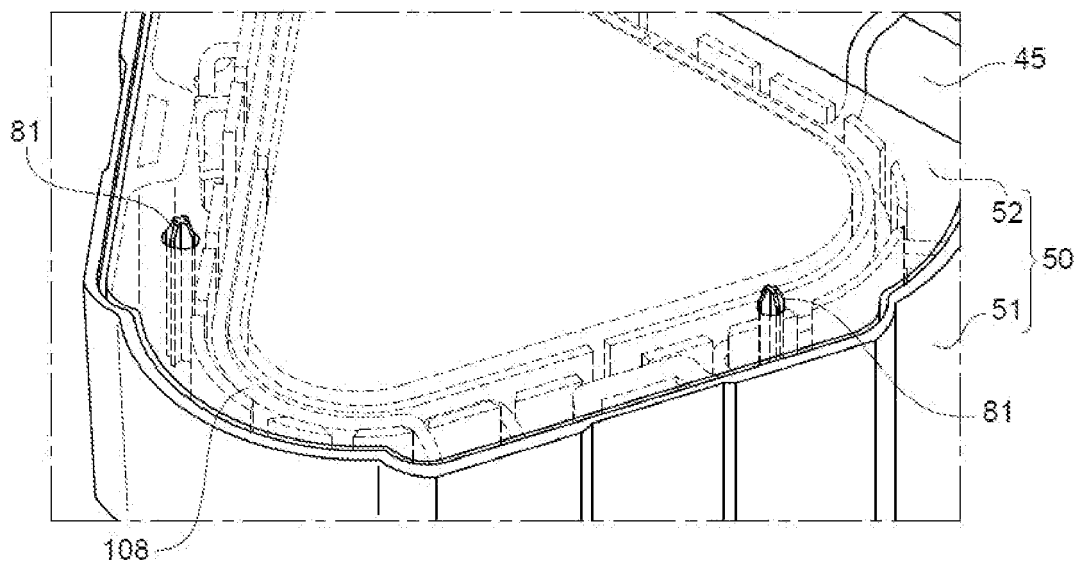
- [Revendication 1] Transformateur triphasé (15) pour convertisseur de tension isolé (12), comprenant:
- un circuit magnétique (22), comprenant une première partie (23) et une deuxième partie (24), chaque partie (23, 24) comprenant : une base (26) de contour sensiblement triangulaire, ce contour définissant notamment un triangle équilatéral, et trois plots (27) s'étendant chacun en direction de la base (26) de l'autre partie du circuit magnétique (22),
 - trois supports (30) de conducteurs électriques (31, 32), chaque support (30) étant monté sur deux plots (27) en regard appartenant respectivement à l'une et à l'autre des parties (23, 24) du circuit magnétique (22), chaque support (30) de conducteurs électriques (31, 32) portant deux enroulements électriques (20, 21) en couplage inductif l'un avec l'autre par l'intermédiaire du circuit magnétique (22), les trois supports (30) définissant notamment un motif triangulaire, notamment un triangle équilatéral, caractérisé par le fait que chaque plot (27) d'une partie (22) du circuit magnétique définit au moins un entrefer (28) autrement que via sa coopération avec le plot (27) de l'autre partie (23) du circuit magnétique dont il est en regard.
- [Revendication 2] Composant selon la revendication 1, le circuit magnétique (22) comprenant une jambe centrale (40) portée par l'une des parties (23, 24) du circuit magnétique (22).
- [Revendication 3] Composant selon la revendication 2, la jambe centrale (40) étant réalisée d'une seule pièce avec la partie (23, 24) du circuit magnétique qui la porte.
- [Revendication 4] Composant selon la revendication 2 ou 3, la jambe centrale (40) s'étendant entre deux extrémités étant chacune en contact avec une des bases (26) du circuit magnétique, la jambe centrale (40) étant notamment dépourvue d'entrefer.
- [Revendication 5] Composant selon l'une quelconque des revendications 2 à 4, la jambe centrale (40) présentant un cœur (41) et trois excroissances (42) s'étendant depuis ce cœur (41), chaque excroissance (42) s'étendant entre deux plots (27) voisins portés par une même partie (23, 24) du circuit magnétique (22).
- [Revendication 6] Composant selon la revendication 5, chaque excroissance (42) ayant une paroi en regard d'un plot (27) dont la forme est la même que celle du

- plot (27).
- [Revendication 7] Composant selon l'une quelconque des revendications précédentes, le champ magnétique circulant entre deux enroulements électriques (20, 21) portés par un même support (30) de conducteurs électriques (31, 32) traversant exactement trois entrefers (28, 29).
- [Revendication 8] Composant selon l'une quelconque des revendications précédentes, chaque support (30) de conducteurs électriques intégrant l'un au moins :
- d'un système de guidage (85) d'au moins un des deux conducteurs électriques (31, 32) à l'extérieur de l'enroulement électrique (20, 21) qu'il définit,
 - d'un système de maintien (130) sur le circuit magnétique (22),
 - d'un système de maintien (120) sur un boîtier (50) du transformateur, et
 - d'un système de maintien (80) d'un couvercle (52) de boîtier du transformateur.
- [Revendication 9] Composant selon l'une quelconque des revendications précédentes, chaque support (30) de conducteurs électriques (31, 32) étant réalisé d'une seule pièce.
- [Revendication 10] Composant selon l'une quelconque des revendications précédentes, comprenant un boîtier (50) comprenant un corps (51) et un couvercle (52), le circuit magnétique (22) et les supports (30) de conducteurs électriques étant disposés dans ce boîtier (50), le couvercle (52) étant maintenu sur le corps (51) par l'intermédiaire de vis (56) reçues dans des trous (57) ménagés dans la paroi du corps (51).
- [Revendication 11] Composant (10) pour l'alimentation électrique d'une unité de stockage d'énergie électrique de véhicule, comprenant le transformateur (15) selon l'une quelconque des revendications précédentes.

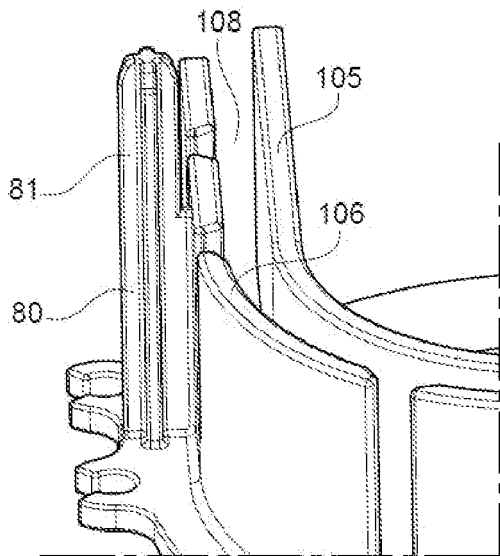
[Fig. 3]



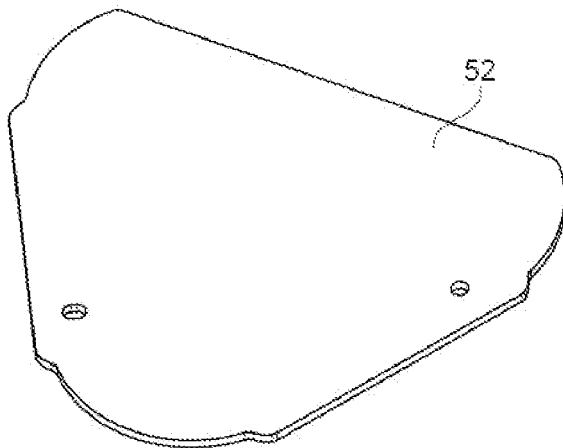
[Fig. 4]



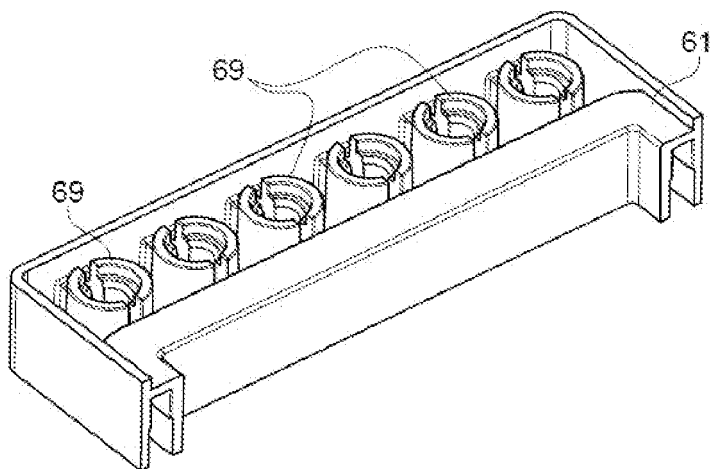
[Fig. 5]



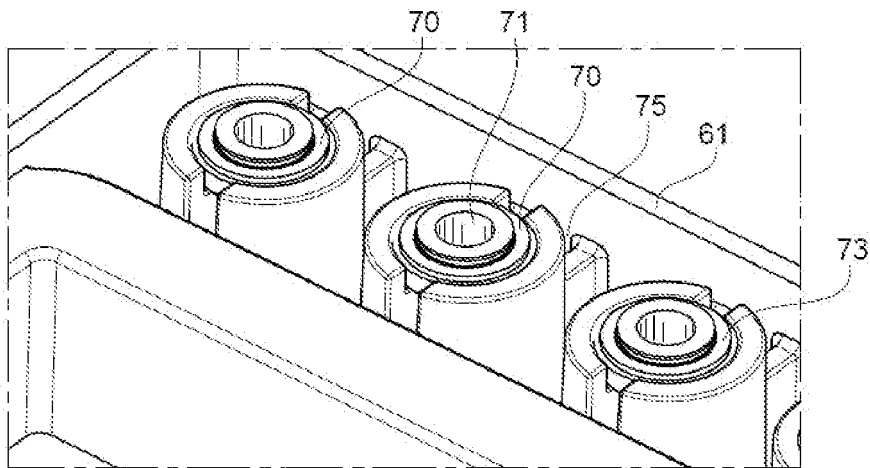
[Fig. 6]



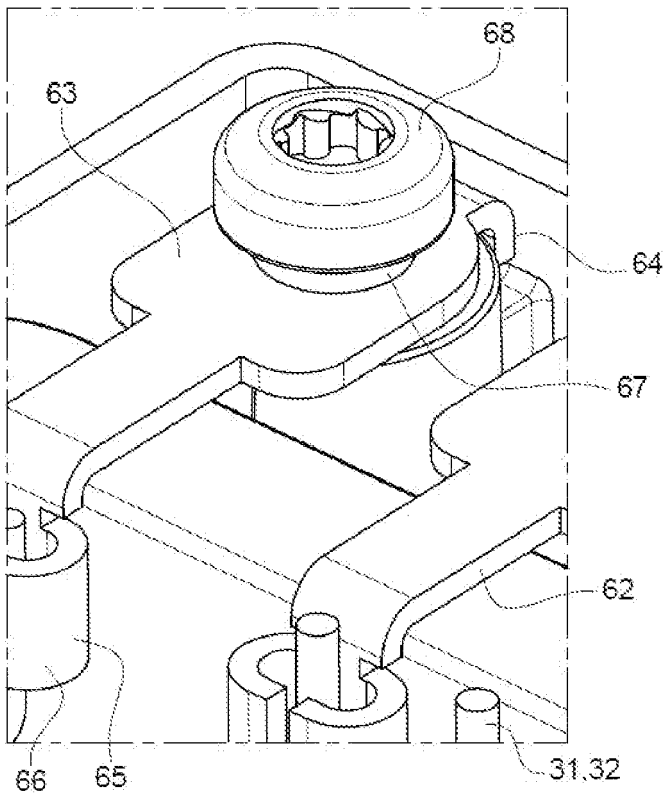
[Fig. 7]



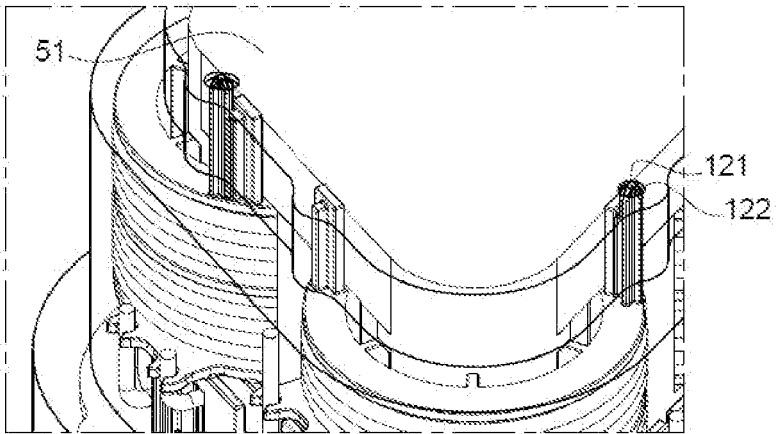
[Fig. 8]



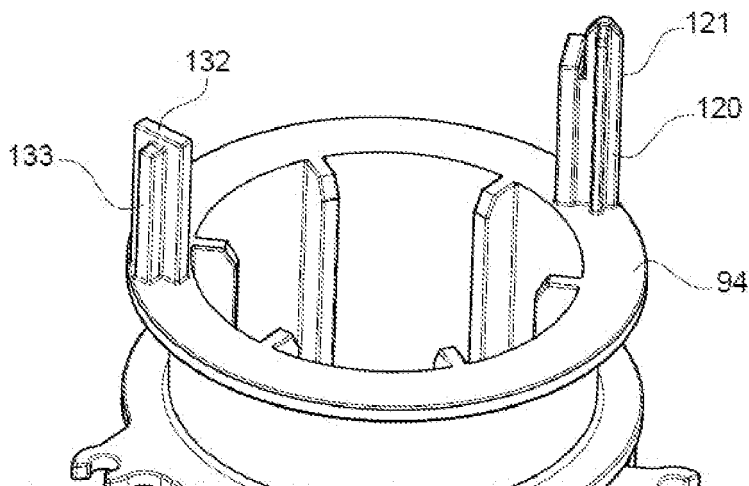
[Fig. 9]



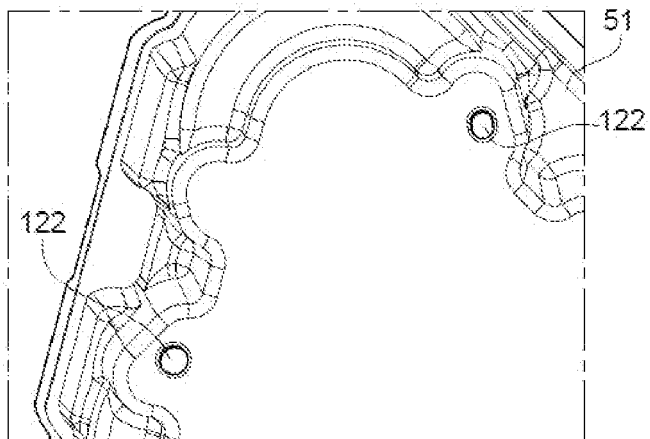
[Fig. 10]



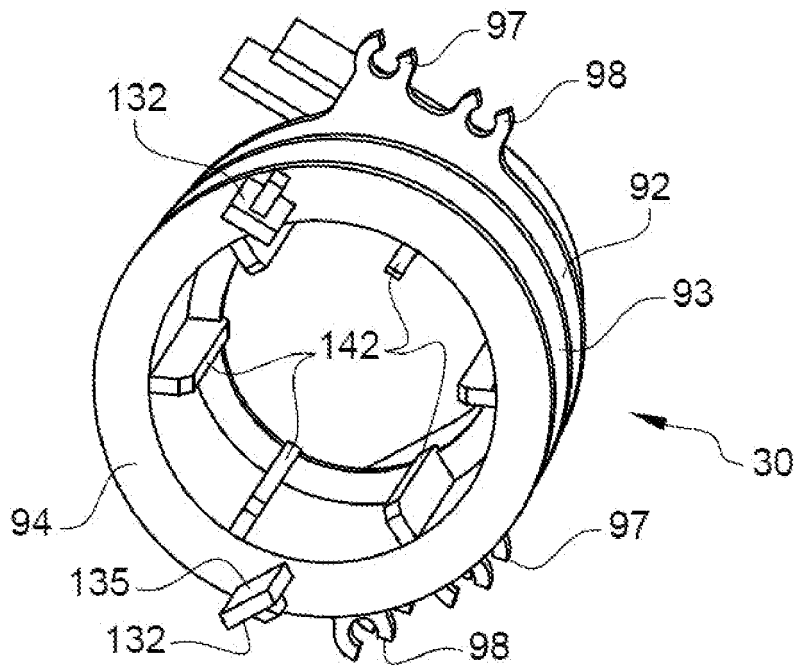
[Fig. 11]



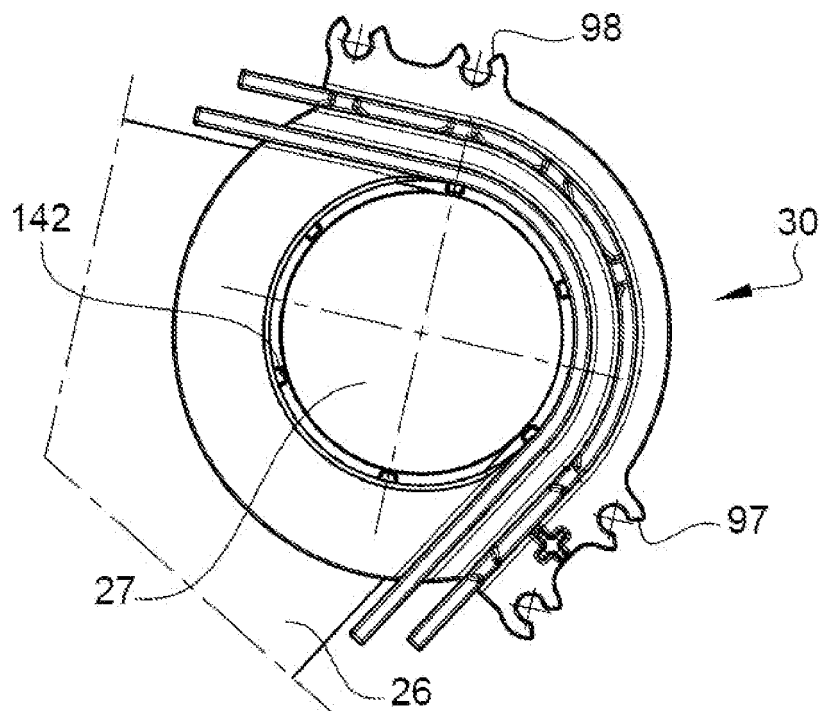
[Fig. 12]



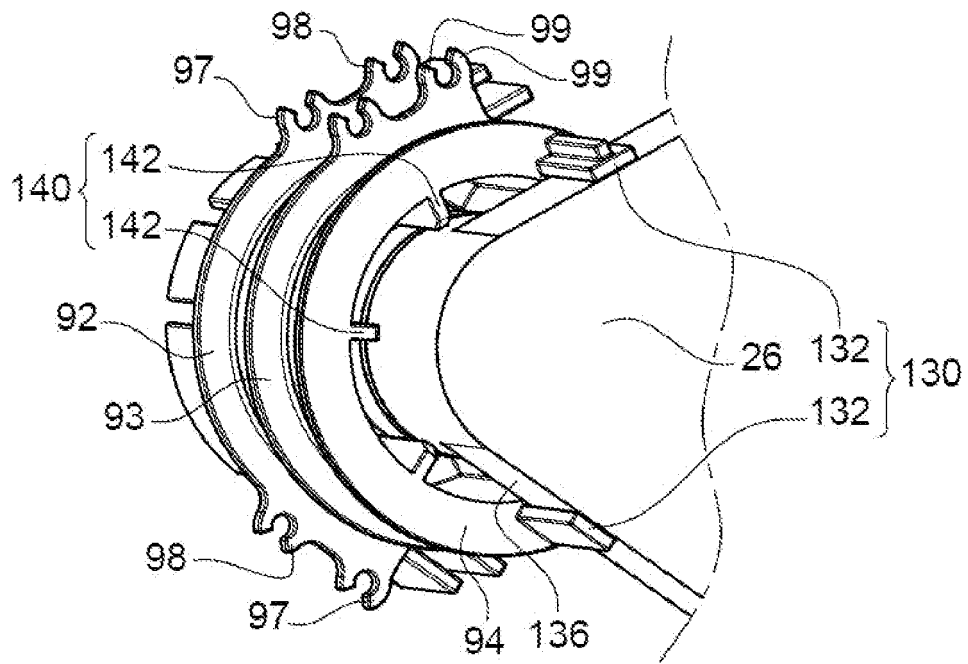
[Fig. 13]



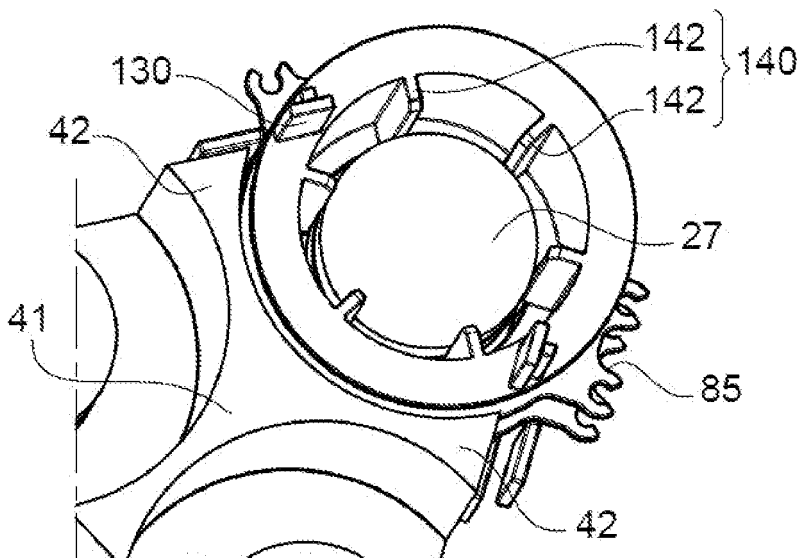
[Fig. 14]



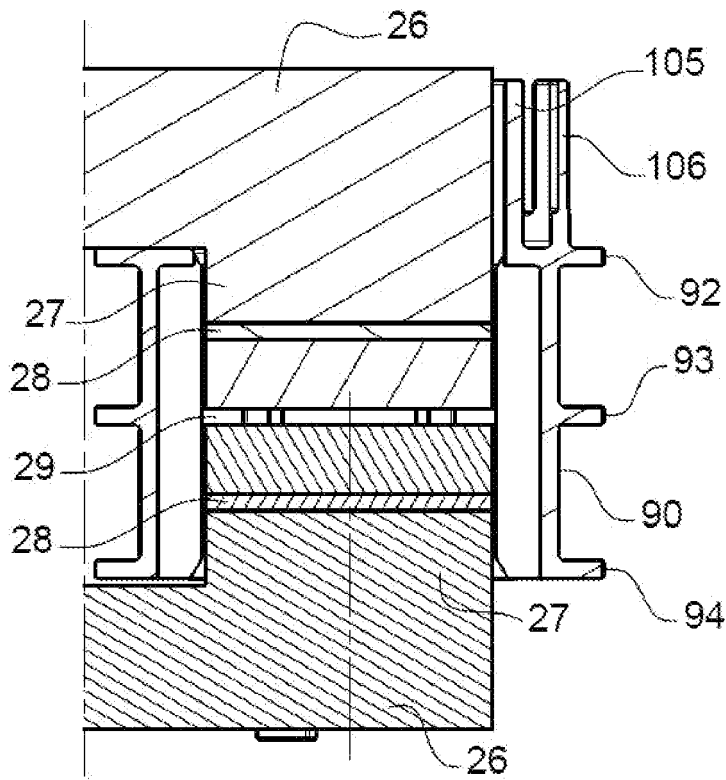
[Fig. 15]



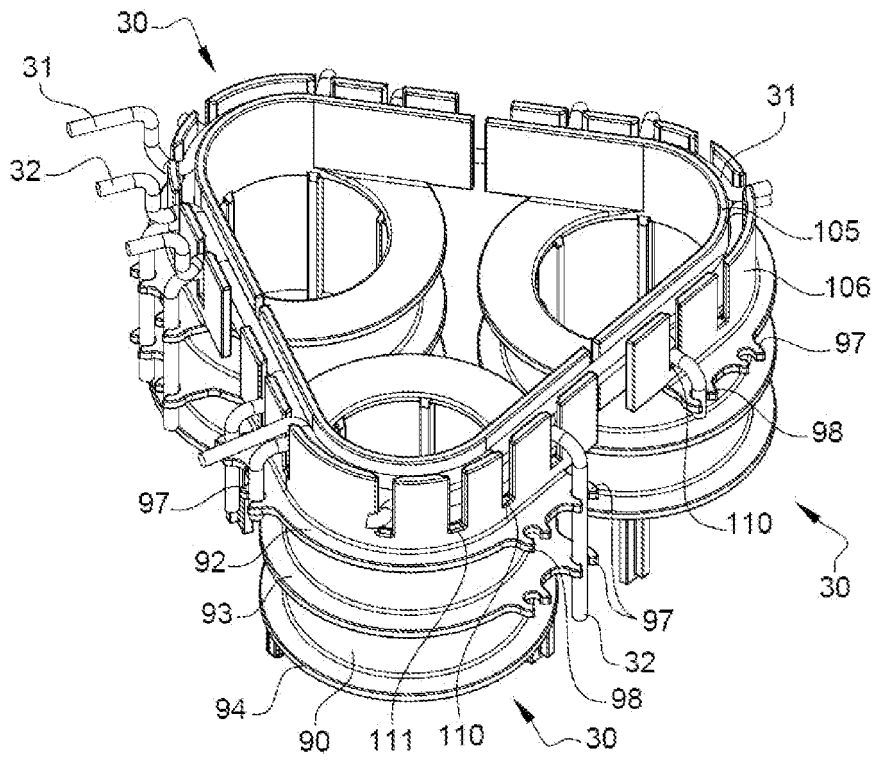
[Fig. 16]



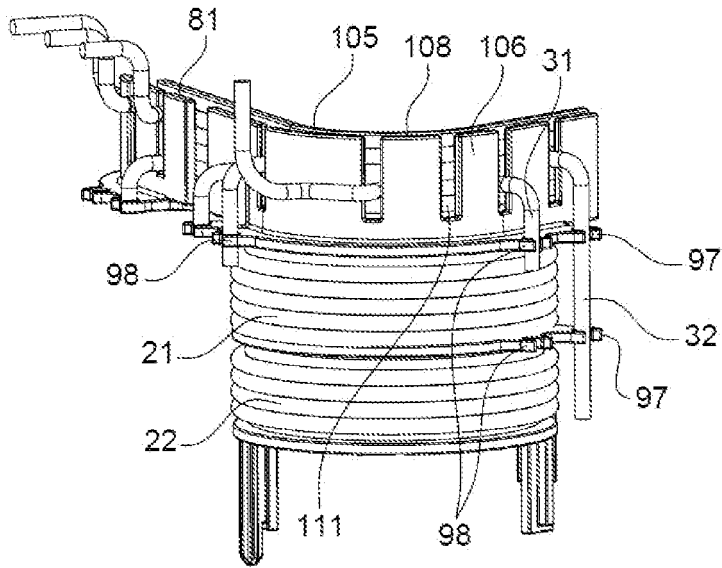
[Fig. 17]



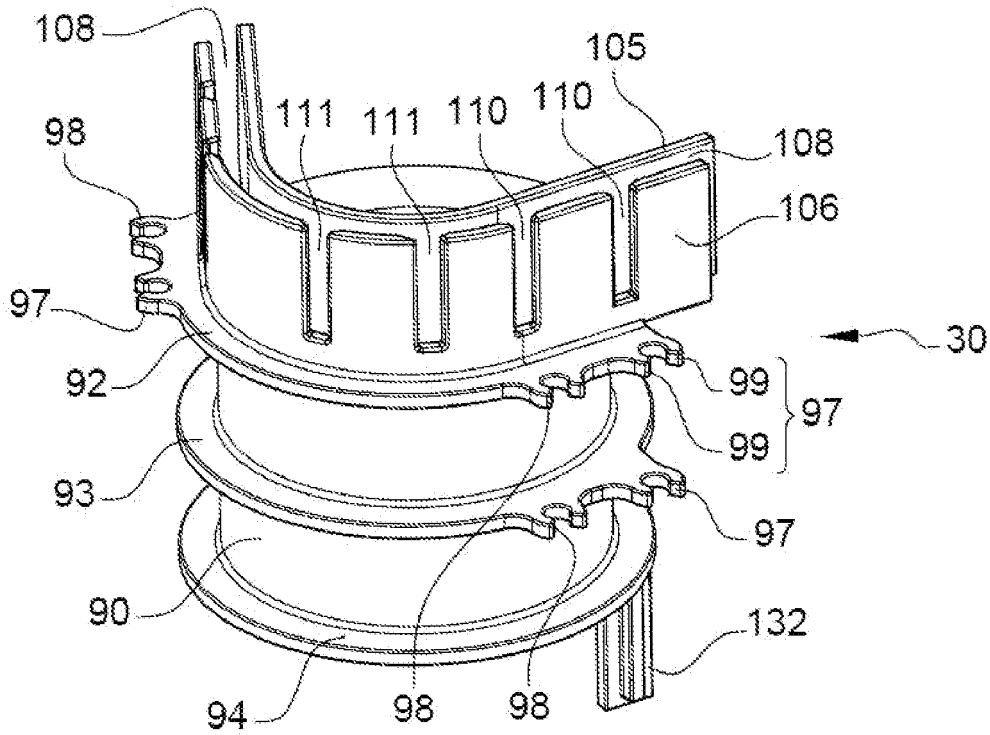
[Fig. 18]



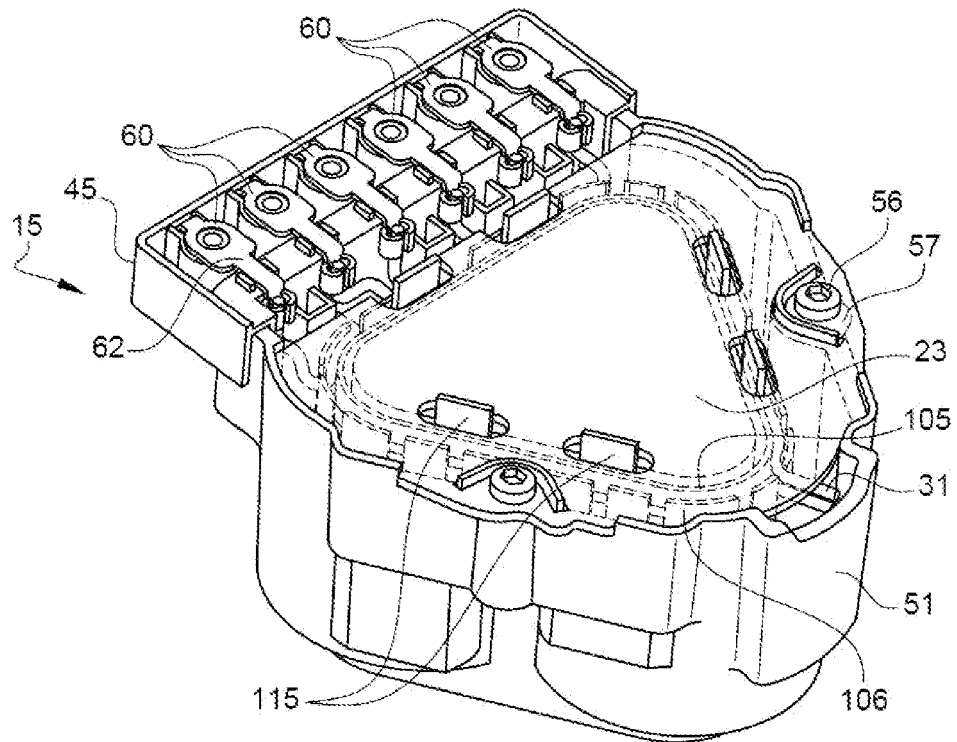
[Fig. 19]



[Fig. 20]



[Fig. 21]



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE PARTIEL**

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 914437

FR 2212970

voir FEUILLE(S) SUPPLÉMENTAIRE(S)

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendications concernées	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	FR 3 113 178 A1 (VALEO SIEMENS EAUTOMOTIVE FRANCE SAS [FR]) 4 février 2022 (2022-02-04)	1-4, 7, 9, 11	H01F30/12 H01F27/02 H01F27/26
Y	* figures 2-4 * * description correspondante * -----	1	
X	DE 10 2018 206389 A1 (SIEMENS AG [DE]) 31 octobre 2019 (2019-10-31)	1, 7, 9, 11	
Y	* figures 3,2 * * description correspondante * -----	1	
X	JP 2019 079944 A (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES) 23 mai 2019 (2019-05-23)	1-7, 9, 11	
Y	* figures 1-3 * * description correspondante * -----	1-7, 9, 11	
X	WO 2017/008833 A1 (MILLSAP JAMES [DE]) 19 janvier 2017 (2017-01-19)	1, 7, 9, 11	
Y	* figures 3,1 * * description correspondante * -----	1	
X	CN 215 183 430 U (GREENTEK INC) 14 décembre 2021 (2021-12-14)	1-7, 9, 11	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)
Y	* figures 1-5 * * description correspondante * -----	1-7, 9, 11	H01F
Y	WO 2013/065095 A1 (HITACHI LTD [JP]; KURITA NAOYUKI [JP]; IDE KAZUMASA [JP]) 10 mai 2013 (2013-05-10)	1	
	* figures 1,6,8 * * description correspondante * -----		
Y	WO 2012/075424 A1 (ABB TECHNOLOGY AG [CH]; OUTTEN SAMUEL [US] ET AL.) 7 juin 2012 (2012-06-07)	1	
	* figure 5 * * description correspondante * -----		
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
3 juillet 2023		Weisser, Wolfgang	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention	
X : particulièrement pertinent à lui seul		E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.	
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie		D : cité dans la demande	
A : arrière-plan technologique		L : cité pour d'autres raisons	
O : divulgation non-écrite		
P : document intercalaire		& : membre de la même famille, document correspondant	

**ABSENCE D'UNITÉ D'INVENTION
FEUILLE SUPPLÉMENTAIRE B**

Numéro de la demande

FA 914437

FR 2212970

La division de la recherche estime que la présente demande de brevet ne satisfait pas à l'exigence relative à l'unité d'invention et concerne plusieurs inventions ou pluralités d'inventions, à savoir :

1. revendications: 1-7 (complètement); 9, 11 (en partie)

Transformateur tel que défini dans la revendication indépendante 1, de plus spécifiant la structure/l'agencement du circuit magnétique, en particulier sa jambe centrale.

2. revendications: 8 (complètement); 9, 11 (en partie)

Transformateur tel que défini dans la revendication indépendante 1 spécifiant de plus que les supports intègrent au moins l'un des éléments suivants

- d'un système de guidage d'au moins un des deux conducteurs électriques à l'extérieur de l'enroulement électrique qu'il définit,
- d'un système de maintien sur le circuit magnétique,
- d'un système de maintien sur un boîtier du transformateur, et
- d'un système de maintien d'un couvercle de boîtier du transformateur.

3. revendications: 10 (complètement); 11 (en partie)

Transformateur telle que définie dans la revendication indépendante 1 spécifiant de plus que le transformateur comprend de plus un boîtier comprenant un corps et un couvercle, le circuit magnétique et les supports de conducteurs électriques étant disposés dans ce boîtier, le couvercle étant maintenu sur le corps par l'intermédiaire de vis reçues dans des trous ménagés dans la paroi du corps.

La première invention a été recherchée.

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2212970 FA 914437**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **03-07-2023**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 3113178 A1	04-02-2022	CN 116034441 A	28-04-2023
		EP 4189712 A1	07-06-2023
		FR 3113178 A1	04-02-2022
		WO 2022022896 A1	03-02-2022

DE 102018206389 A1	31-10-2019	DE 102018206389 A1	31-10-2019
		WO 2019206706 A1	31-10-2019

JP 2019079944 A	23-05-2019	AUCUN	

WO 2017008833 A1	19-01-2017	CN 108028120 A	11-05-2018
		EP 3320546 A1	16-05-2018
		US 2018218826 A1	02-08-2018
		WO 2017008833 A1	19-01-2017

CN 215183430 U	14-12-2021	AUCUN	

WO 2013065095 A1	10-05-2013	CN 103890874 A	25-06-2014
		EP 2775488 A1	10-09-2014
		US 2014292455 A1	02-10-2014
		WO 2013065095 A1	10-05-2013

WO 2012075424 A1	07-06-2012	BR 112013015977 A2	10-07-2018
		CA 2819849 A1	07-06-2012
		CN 103477404 A	25-12-2013
		EP 2647019 A1	09-10-2013
		KR 20130137009 A	13-12-2013
		US 2012139678 A1	07-06-2012
		WO 2012075424 A1	07-06-2012
