(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
14 novembre 2013 (14.11.2013)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2013/167830 A1

(51) Classification internationale des brevets :
H01F 38/18 (2006.01) *H01F 30/12* (2006.01)
H01F 27/28 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2013/050987

(22) Date de dépôt international :
3 mai 2013 (03.05.2013)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1254298 10 mai 2012 (10.05.2012) FR

(71) Déposant : **HISPANO-SUIZA** [FR/FR]; 18 Boulevard Louis Seguin, F-92700 Colombes (FR).

(72) Inventeur : **DUVAL, Cédric**; 48, rue de Courbuisson, F-77920 Samois Sur Seine (FR).

(74) Mandataires : **DAVID, Alain** et al.; Cabinet Beau De Lomenie, 158 Rue de l'Université, F-75340 PARIS Cedex 07 (FR).

(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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, 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, 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.

(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, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : THREE-PHASE ROTARY TRANSFORMER HAVING A MAGNETIC SHELL AND INCLUDING THREE MAGNETIC CORES

(54) Titre : TRANSFORMATEUR TOURNANT TRIPHASE CUIRASSE MAGNETIQUEMENT A TROIS NOYAUX MAGNETIQUES

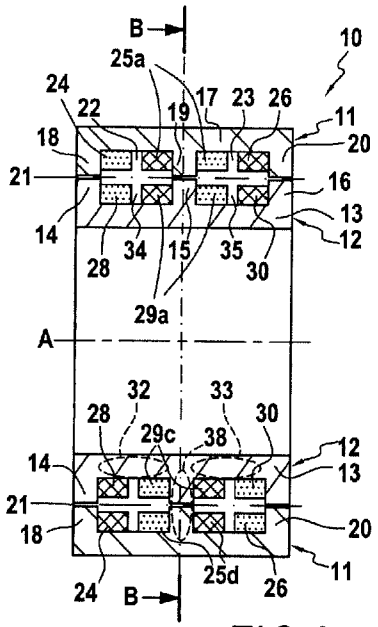


FIG.3

(57) **Abstract** : The invention relates to a three-phase transformer (10) comprising a primary part (11; 12) and a secondary part (12; 11), the primary part (11) comprising a first body made from ferromagnetic material and primary windings, the secondary part (12) comprising a second body made from ferromagnetic material and secondary windings (28, 29a, 229c, 30, the first body defining a first annular slot (22) of axis A and a second annular slot (23) of axis A, the primary windings comprising a first toroidal winding (24) of axis A in the first slot (22), a second toroidal winding (27) of axis A in the second slot (23), and one or more third toroidal winding(s) (25a, 25d) connected in series, said third windings (25a, 25d) being wound around one of the legs, passing through the slots (35) in said leg.

(57) **Abrégé** : Transformateur (10) triphasé comprenant une partie primaire (11; 12) et une partie secondaire (12; 11), la partie primaire (11) comprenant un premier corps en matériau ferromagnétique et des bobines primaires, la partie secondaire (12) comprenant un deuxième corps en matériau ferromagnétique et des bobines secondaires (28, 29a, 29c, 30), le premier corps délimitant une première encoche (22) annulaire d'axe A et une deuxième encoche (23) annulaire d'axe A, les bobines primaires comprenant une première bobine (24) torique d'axe A dans la première encoche (22), une deuxième bobine (27) torique d'axe A dans la deuxième encoche (23), et une ou plusieurs troisièmes bobines (25a, 25d) reliées en série, lesdites troisièmes bobines (25a, 25d) étant enroulées autour d'une desdites jambes en passant dans des encoches (36) dans ladite jambe.

WO 2013/167830 A1

Publiée :

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

TRANSFORMATEUR TOURNANT TRIPHASE CUIRASSE MAGNETIQUEMENT A TROIS NOYAUX MAGNETIQUES

Arrière-plan de l'invention

La présente invention se rapporte au domaine général des transformateurs. En particulier, l'invention concerne un transformateur triphasé tournant.

Un transformateur triphasé tournant permet de transférer de l'énergie et/ou des signaux entre deux axes tournants l'un par rapport à l'autre, sans contact.

Les **figures 1 et 2** représentent chacune un transformateur triphasé 1 tournant selon l'art antérieur.

Le transformateur 1 comprend trois transformateurs monophasés tournants 2 correspondant à des phases U, V et W. Chaque transformateur monophasé tournant 2 comprend une partie 3 et une partie 4 tournant autour d'un axe A l'une par rapport à l'autre. La partie 3 est par exemple un stator et la partie 4 un rotor, ou inversement. En variante, la partie 3 et la partie 4 sont toutes les deux mobiles en rotation par rapport à un repère fixe non représenté. Une bobine 5 torique est logée dans une encoche 6 délimitée par un corps en matériau ferromagnétique de la partie 3. Une bobine 7 torique est logée dans une encoche 8 délimitée par un corps en matériau ferromagnétique de la partie 4. Pour chaque transformateur monophasé tournant 2, les bobines 5 et 7 forment les bobines primaire et secondaire (ou inversement).

La figure 1 représente une variante appelée « en U » dans laquelle la partie 3 entoure la partie 4 par rapport à l'axe A, et la figure 2 représente une variante appelée « en E » ou « en Pot » dans laquelle la partie 3 et la partie 4 sont l'une à côté de l'autre selon la direction axiale.

Le transformateur triphasé 1 de la figure 1 ou 2 présente une masse et un volume importants puisqu'il n'est pas possible d'utiliser au mieux les flux magnétiques de chaque phase, contrairement à un transformateur triphasé à flux forcés statique dans lequel il est possible de coupler les flux. De plus, dans le cas de la figure 2, il est nécessaire d'utiliser des conducteurs électriques de sections différentes en fonction de la distance entre l'axe de rotation et la phase, pour conserver l'équilibre des résistances.

Le document US 2011/0050377 décrit un transformateur triphasé tournant à quatre colonnes. Ce transformateur présente une masse et un volume importants. Ce document décrit également un transformateur triphasé tournant à cinq colonnes. Ce transformateur présente une masse et un volume importants. De plus, il utilise un bobinage radial passant dans des encoches dans les colonnes centrales du circuit magnétique, ce qui est plus complexe que le bobinage torique utilisé dans les transformateurs des figures 1 et 2.

Il existe donc un besoin pour améliorer la topologie d'un transformateur triphasé.

Objet et résumé de l'invention

L'invention propose un transformateur triphasé comprenant une partie primaire et une partie secondaire,

la partie primaire comprenant un premier corps en matériau ferromagnétique et des bobines primaires, la partie secondaire comprenant un deuxième corps en matériau ferromagnétique et des bobines secondaires,

le premier corps délimitant une première encoche annulaire d'axe A et une deuxième encoche annulaire d'axe A, la première encoche étant délimitée par une première jambe latérale, une jambe centrale et une couronne, la deuxième encoche étant délimitée par la jambe centrale, une deuxième jambe latérale et la couronne,

les bobines primaires comprenant une première bobine torique d'axe A dans la première encoche, une deuxième bobine torique d'axe A dans la deuxième encoche, et une ou plusieurs troisièmes bobines reliées en série, lesdites troisièmes bobines étant enroulées autour d'une desdites jambes en passant dans des encoches dans ladite jambe.

Dans ce transformateur, si l'on fait circuler dans les bobines primaires des courants triphasés de sens appropriés, compte tenu du sens des bobines primaires, les potentiels magnétiques des première, deuxième et troisièmes bobines primaires sont dirigés vers ou à l'opposé d'un point commun, ce qui conduit à un couplage des flux. Cela permet un dimensionnement réduit du transformateur en termes de volume et de masse. De plus, le primaire du transformateur utilise en partie des simples

bobines toriques d'axe A, ce qui permet une structure particulièrement simple.

Selon un mode de réalisation, lesdites troisièmes bobines sont enroulées autour de ladite jambe centrale.

Selon un mode de réalisation, la partie primaire et la partie secondaire sont mobiles en rotation autour de l'axe A, l'une par rapport à l'autre.

Dans ce cas, l'invention fournit un transformateur triphasé tournant qui présente, grâce au couplage des flux, une masse et un volume réduits, notamment par rapport à l'utilisation de trois transformateur tournant monophasés.

Selon un mode de réalisation, le deuxième corps délimite une première encoche secondaire annulaire d'axe A et une deuxième encoche secondaire annulaire d'axe A, la première encoche secondaire étant délimitée par une première jambe latérale secondaire, une jambe centrale secondaire et une couronne secondaire, la deuxième encoche secondaire étant délimitée par la jambe centrale secondaire, une deuxième jambe latérale secondaire et la couronne secondaire,

les bobines secondaires comprenant une première bobine secondaire torique d'axe A dans la première encoche secondaire, une deuxième bobine secondaire torique d'axe A dans la deuxième encoche secondaire, et une ou plusieurs troisièmes bobines secondaires reliées en série, lesdites troisièmes bobines étant enroulées autour d'une desdites jambes secondaires en passant dans des encoches dans ladite jambe secondaire.

Dans ce mode de réalisation, le secondaire est réalisé selon le même principe que le primaire. Le secondaire contribue donc également à limiter la masse et le volume du transformateur, et permet la réalisation du transformateur en utilisant uniquement des bobines toriques d'axe A.

Selon un autre mode de réalisation, le secondaire est réalisé selon un principe différent que le primaire. Par exemple, il utilise, pour chaque phase, une ou plusieurs bobines entourant la jambe correspondante.

Selon un mode de réalisation, la première jambe latérale et la première jambe latérale secondaire sont dans le prolongement l'une de l'autre et séparées par un entrefer, la première jambe centrale et la première jambe centrale secondaire sont dans le prolongement l'une de

l'autre et séparées par un entrefer, et la deuxième jambe latérale et la deuxième jambe latérale secondaire sont dans le prolongement l'une de l'autre et séparées par un entrefer.

La partie primaire peut entourer la partie secondaire par rapport à l'axe A ou inversement. Cela correspond à une réalisation d'un transformateur appelée « en U ».

La partie primaire et la partie secondaire peuvent être situées l'une à côté de l'autre dans la direction de l'axe A. Cela correspond à une réalisation d'un transformateur appelée « en E » ou « en Pot ».

Dans un mode de réalisation, la partie primaire et la partie secondaire sont fixes l'une par rapport à l'autre. Un transformateur fixe conforme à l'invention présente des mêmes avantages qu'un transformateur tournant conforme à l'invention.

Selon un mode de réalisation, le premier corps et le deuxième corps en matériau ferromagnétique entourent complètement les bobines primaires et les bobines secondaires.

Dans ce cas, le transformateur est cuirassé magnétiquement.

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 :

- les figures 1 et 2 sont chacune une vue en coupe d'un transformateur triphasé tournant selon l'art antérieur,
- les figures 3 et 4 sont des vues en coupe d'un transformateur tournant triphasé cuirassé magnétiquement, à flux liés forcés, selon un premier mode de réalisation de l'invention,
- la figure 5 est une vue en perspective éclatée du circuit magnétique du transformateur des figures 3 et 4,
- la figure 6 est un schéma électrique représentant un exemple de connexion des bobines du transformateur des figures 3 et 4,
- la figure 7 une vue en perspective éclatée du circuit magnétique d'un transformateur tournant triphasé cuirassé magnétiquement, à flux liés forcés, selon un deuxième mode de réalisation de l'invention,

- la figure 8 est une vue en coupe d'un transformateur fixe triphasé cuirassé magnétiquement, à flux liés forcés, selon un troisième mode de réalisation de l'invention,

- la figure 9 est une vue en coupe d'un transformateur fixe triphasé, à flux liés forcés, selon un quatrième mode de réalisation de l'invention,

- la figure 10 est une vue en coupe d'un transformateur tournant triphasé, à flux liés forcés, selon un premier mode de réalisation utile à la compréhension de l'invention,

- la figure 11 une vue en perspective éclatée du circuit magnétique du transformateur de la figure 10,

- la figure 12 est un schéma électrique illustrant le fonctionnement du transformateur de la figure 10,

- la figure 13 est une vue en perspective éclatée du circuit magnétique d'un transformateur selon un deuxième mode de réalisation utilise à la compréhension de l'invention, pouvant être considéré comme une variante du transformateur de la figure 10, et

- la figure 14 est une vue en coupe d'un transformateur tournant, à flux liés forcés, selon un cinquième mode de réalisation de l'invention.

Description détaillée de modes de réalisation

Les **figures 3 et 4** sont des vues en coupe d'un transformateur 10 selon un premier mode de réalisation de l'invention. Le transformateur 10 est un transformateur tournant triphasé cuirassé magnétiquement, à flux liés forcés.

Le transformateur 10 comprend une partie 11 et une partie 12 aptes à tourner autour d'un axe A l'une par rapport à l'autre. La partie 11 est par exemple un stator et la partie 12 un rotor, ou inversement. En variante, la partie 11 et la partie 12 sont toutes les deux mobiles en rotation par rapport à un repère fixe non représenté.

La partie 12 comprend une couronne 13 d'axe A et trois jambes 14, 15 et 16 en matériau ferromagnétique. Chacune des jambes 14, 15 et 16 s'étend radialement à distance de l'axe A, à partir de la couronne 13. La jambe 14 se trouve à une extrémité de la couronne13, la jambe 16 se trouve à une autre extrémité de la couronne 13, et la jambe 15 se trouve

entre les jambes 14 et 16. La couronne 13 et les jambes 14 et 15 délimitent une encoche 34 annulaire ouverte radialement vers l'extérieur. La couronne 13 et les jambes 15 et 16 délimitent une encoche 35 annulaire ouverte radialement vers l'extérieur. De manière générale, la couronne 13 et les jambes 14, 15 et 16 forment un corps en matériau ferromagnétique délimitant deux encoches 34 et 35 annulaires ouvertes radialement vers l'extérieur.

La partie 11 comprend une couronne 17 d'axe A et trois jambes 18, 19 et 20 en matériau ferromagnétique. La couronne 17 entoure la couronne 13. Chacune des jambes 18, 19 et 20 s'étendent radialement vers l'axe A, à partir de la couronne 17. La jambe 18 se trouve à une extrémité de la couronne 17, la jambe 20 se trouve à une autre extrémité de la couronne 17, et la jambe 19 se trouve entre les jambes 18 et 20. La couronne 17 et les jambes 18 et 19 délimitent une encoche 22 annulaire ouverte radialement vers l'intérieur. La couronne 17 et les jambes 19 et 20 délimitent une encoche 23 annulaire ouverte radialement vers l'intérieur. De manière générale, la couronne 17 et les jambes 18, 19 et 20 forment un corps en matériau ferromagnétique délimitant deux encoches 22 et 23 annulaires ouvertes radialement vers l'intérieur.

Les jambes 14 et 18, respectivement 15 et 19 ainsi que 16 et 20 se font face en délimitant un entrefer 21, et forment ainsi des colonnes du transformateur 10.

Les couronnes 13 et 17 ainsi que les jambes 14 à 16 et 18 à 20 forment un circuit magnétique du transformateur 10. Le transformateur 10 est donc un transformateur à trois colonnes. Plus précisément, le circuit magnétique du transformateur 10 comprend une première une première colonne (correspondant aux jambes 14 et 18), une deuxième colonne (correspondant aux jambes 15 et 19) et une troisième colonne (correspondant aux jambes 16 et 20).

Le transformateur 10 comprend des bobines 24, 25a, 25b, 25c, 25d et 26 fixées à la partie 11 et des bobines 28, 29a, 29b, 29c, 29d et 30 fixées à la partie 12. Ci-après, on utilise les notations p et s en référence à une utilisation dans laquelle les bobines 24 à 26 sont les bobines primaires du transformateur 10 et les bobines 28 à 30 sont les bobines secondaires du transformateur 10. Cependant, primaire et secondaire peuvent bien entendu être inversés par rapport à l'exemple décrit.

La bobine 24 est une bobine torique d'axe A correspondant à une phase Up du transformateur 10. Elle se trouve dans l'encoche 22 et présente n_1 tours.

Les bobines 25a, 25b, 25c et 25d sont reliés en série et correspondent à une phase Vp du transformateur 10. Chacune des bobines 25a, 25b, 25c et 25d entoure une partie de la jambe 19 en passant dans des encoches 36 ménagées dans la jambe 19, comme représenté sur la figure 4. Ensemble, les bobines 25a, 25b, 25c et 25d présentent n_1 tours

Enfin, la bobine 26 est une bobine torique d'axe A correspondant à une phase Wp du transformateur 10. Elle se trouve dans l'encoche 23 et présente n_1 tours.

Autrement dit, le bobinage des phases Up et Wp est annulaire, autour de l'axe A, alors que le bobinage de la phase Vp s'effectue radialement autour de la colonne centrale (correspondant aux jambes 15 et 19).

Par bobine torique d'axe A, on entend une bobine dont les tours sont enroulés autour de l'axe A. Le terme « torique » n'est pas utilisé dans le sens limitatif faisant référence à un solide engendré par la rotation d'un cercle autour d'un axe. Au contraire, comme dans les exemples représenté, la section d'une bobine torique peut être rectangulaire, notamment.

La bobine 28 est une bobine torique d'axe A correspondant à une phase Us du transformateur 10. Elle se trouve dans l'encoche 34 et présente n_2 tours.

Les bobines 29a, 29b, 29c et 29d sont reliés en série et correspondent à une phase Vs du transformateur 10. Chacune des bobines 29a, 29b, 29c et 29d entoure une partie de la jambe 15 en passant dans des encoches 37 ménagées dans la jambe 15, comme représenté sur la figure 4. Ensemble, les bobines 29a, 29b, 29c et 29d présentent n_2 tours

Enfin, la bobine 30 est une bobine torique d'axe A correspondant à une phase Ws du transformateur 10. Elle se trouve dans l'encoche 35 et présente n_2 tours.

Autrement dit, comme au primaire, le bobinage des phases Us et Ws est annulaire, autour de l'axe A, alors que le bobinage de la phase

Vs s'effectue radialement autour de la colonne centrale (correspondant aux jambes 15 et 19).

Les bobines 24 et 28 entourent un noyau magnétique 32 situé dans la couronne 13. Par « noyau magnétique », on entend une partie du circuit magnétique dans laquelle le flux de même sens créé par une bobine est le plus important. Les courants circulants dans les bobines 24 et 28 correspondent donc à des potentiels magnétiques dans le noyau magnétique 32. De manière correspondante, les bobines 26 et 30 entourent un noyau magnétique 33 situé dans la couronne 13. Les courants circulants dans les bobines 26 et 30 correspondent donc à des potentiels magnétiques dans le noyau magnétique 33. Par ailleurs, les bobines 25a, 25b, 25c, 25d, 29a, 29b, 29c et 29d entourent un noyau magnétique 38 situé dans la colonne centrale formée par les jambes 15 et 19.

Le transformateur 410 présente donc trois noyaux magnétiques : Les noyaux 32 et 33 axiaux, et un noyau 38 radial le long de la colonne centrale.

La **figure 5** est une vue en perspective éclatée du circuit magnétique du transformateur 10.

En référence à la **figure 6**, on explique maintenant le fonctionnement du transformateur 10. Sur la figure 6, on note :

- A_p, B_p et C_p, les points d'entrée des bobines primaires du transformateur 10. Les phases U, V, W de la figure 3 correspondent respectivement aux phases A, B et C de la figure 6, mais toutes autre type de correspondance est possible pour autant que la même correspondance soit réalisée au secondaire.
- I_{ap}, I_{bp} et I_{cp}, les courants entrant respectivement aux points A_p, B_p et C_p.
- O_{ap}, O_{bp} et O_{cp}, les points de connexion permettant l'ensemble des couplages électrique identiques à tout transformateur triphasé fixe (étoile-étoile, étoile-triangle, triangle-triangle, triangle-étoile, zigzag...).
- Les points noirs indiquent la relation entre le courant circulant dans une bobine et le sens du potentiel magnétique correspondant.
- Pa, Pb et Pc, les potentiels magnétiques dans les noyaux 32, 38 et 33 correspondant respectivement aux courants I_{ap}, I_{bp} et I_{cp},

- A_s, B_s, C_s, O_{as}, O_{bs} et O_{cs}, les points de sortie et de connexion au secondaire.

Comme représenté sur la figure 6, la bobine 24 correspond, pour le courant I_{ap}, à un potentiel magnétique Pa axial dirigé vers la droite dans le noyau magnétique 32. Les bobines 25a, 25b, 25c et 25d correspondent, pour le courant I_{bp}, à un potentiel magnétique Pb radial dirigé vers le bas dans le noyau magnétique 38. Enfin, la bobine 26 correspond, pour le courant I_{cp}, à un potentiel magnétique Pc axial dirigé vers la gauche dans le noyau magnétique 33. Les potentiels magnétiques Pa, Pb et Pc sont égaux en modules, de sens opposés sur chaque noyau magnétique et symétriques par rapport au point de symétrie 39 situé à l'intersection des trois noyaux.

Dans une variante non représentée, le sens de bobinages des bobines et/ou leurs points de connexion sont différents de sorte que les potentiels magnétiques Pa, Pb et Pc sont de sens opposés par rapport à l'exemple représenté.

Cette configuration permet un couplage correct des flux. Plus précisément, la topologie du transformateur 10 permet d'obtenir un coefficient de couplage de 3/2.

Dans le mode de réalisation représenté, le transformateur 10 comprend quatre bobines primaires 25a à 25d en série et quatre bobines secondaires 29a à 29d en série. En variante, le nombre de bobines sur la colonne centrale peut être plus ou moins élevé. Le nombre de bobines sur la colonne centrale peut différer entre le primaire et le secondaire.

Dans l'exemple représenté, les encoches 36 et 37 sont ménagées dans la colonne centrale (jambes 15 et 19). Les bobines 25a à 25d et 29a à 29d entourent donc la colonne centrale et le noyau magnétique 38 est situé dans la colonne centrale. Dans une variante non représentée, les encoches 36 et 37 sont ménagées dans une des colonnes latérales (jambes 14 et 18 ou 16 et 20). Les bobines 25a à 25d et 29a à 29d entourent donc une des colonnes latérales et le noyau magnétique 38 est situé dans cette colonne latérale. Une telle variante est toutefois non cuirassée magnétiquement.

Le transformateur 10 présente plusieurs avantages.

Notamment, on peut constater que le circuit magnétique entoure complètement les bobines 24 à 30. Le transformateur 10 est donc

cuirassé magnétiquement. De plus, certaines des bobines 24 à 30 sont des bobines toriques d'axe A. Le transformateur 10 permet donc d'utiliser des bobines de forme simple.

Par ailleurs, les phases du transformateur 10 peuvent être équilibrées en inductance et en résistance.

Pour obtenir le coefficient de couplage théorique et l'équilibre triphasé, il est suffisant que les reluctances entre le point milieu de la couronne 17 et le point milieu de la couronne 13 passant par chaque colonne soient identiques.

Si l'entrefer crée des reluctances de colonnes importantes par rapport aux reluctances des couronnes 13 et 17, les reluctances des couronnes peuvent être négligées et il est donc possible d'obtenir un équilibrage partiel pour des colonnes de même reluctances. La conception du circuit magnétique peut donc être particulièrement simple.

Une amélioration de réalisation possible permettant un meilleur équilibre est d'augmenter légèrement la reluctance de la colonne centrale de façon à compenser le déséquilibre des reluctances dû aux reluctances secondaires (reluctance de la couronne, reluctance des franges,...). Pour ce faire, on peut entre-autres diminuer légèrement la largeur de la colonne centrale ou augmenter faiblement l'entrefer de celle-ci par rapport aux autres colonnes.

Il faut aussi prendre en compte la reluctance des encoches 36 et 37.

Enfin, le transformateur 10 présente une masse et un volume réduit.

En effet, si on compare le transformateur 10 au transformateur 1 des figures 1 ou 2, en considérant un dimensionnement à iso-performances, on peut faire les hypothèses suivantes :

- Matériau conducteur : Soit Q la quantité de matériau conducteur d'une bobine d'un des trois transformateurs monophasés du transformateur 1. La quantité de matériau conducteur au niveau des bobinages du transformateur 1 est donc de 3Q.
- Matériau magnétique : Si on conserve la même réluctance Re pour chaque colonne, chaque transformateur monophasé du transformateur 1 a une réluctance globale du circuit magnétique

proche de 2 Re. Dans le cas du transformateur 10, on a une réluctance globale du circuit magnétique proche de 3/2 Re.

Dans le cas du transformateur 10 on a donc, pour un même courant magnétisant et un même nombre de tour n_1 que pour le transformateur 1, un champ d'induction et un flux double. En effet dans le cas du transformateur 1, on a un coefficient multiplicateur de [coefficient de couplage=1 / rapport de réluctance=2] soit 0.5 et dans le cas du transformateur 10 à flux liés on a [coefficient de couplage=3/2 / rapport de réluctance 3/2] soit 1. On trouve donc bien un rapport 2 (1/0.5). Cette propriété nous permet d'évaluer approximativement les possibilités d'optimisation du transformateur 10 par rapport au transformateur 1, à iso-performances.

On choisit de diminuer le nombre de tours par $\sqrt{2}$ ce qui induit une augmentation du champ d'induction de $\sqrt{2}$ mais permet d'avoir la même tension pour le même courant magnétisant.

Pour un dimensionnement à iso-pertes joules et résistance de phase, on a :

- Pour la bobine 24, on a besoin de $\sqrt{2}$ fois moins de tours donc la quantité de matériau conducteur est de $Q/\sqrt{2}$. Si on est à iso-pertes joules la résistance ($\rho l/S$) est divisé aussi par $\sqrt{2}$ (longueur divisé par $\sqrt{2}$) donc pour conserver les pertes joules on peut diviser la section par $\sqrt{2}$ pour un même courant de charge, magnétisant et tension (en fait on n'aura peut-être pas un gain aussi important puisqu'il faut éviter les échauffements locaux, tout dépend de la conduction thermique). La quantité de matériau conducteur pour la bobine 24 est donc Q/2. Le même raisonnement s'applique à la bobine 26.
- Pour les bobines 25a, 25b, 25c et 25d, on a besoin de $\sqrt{2}$ fois moins de tours donc la quantité de matériau conducteur est de $2*Q/\sqrt{2} = \sqrt{2}*Q$. A iso-pertes joules, comme on a une longueur multipliée par $\sqrt{2}$ par rapport à un transformateur monophasé en U, on multiplie la section par $\sqrt{2}$. On obtient donc que ces bobines nécessitent une quantité de matériau conducteur de 2Q.

La quantité globale de matériau conducteur à iso résistance de phase pour le transformateur 10 est donc : Q/2+ 2Q+ Q/2= 3*Q. Pour le transformateur 1, on avait 3*Q, soit la même quantité de matériaux

conducteur. A titre de comparaison, pour un transformateur triphasé fixe la quantité de matériau conducteur est de 3Q/2.

Concernant les pertes fer, malgré l'augmentation du champ d'induction B, on fait l'hypothèse que son augmentation par $\sqrt{2}$ permet de rester en régime non saturé (la réluctance élevée de l'entrefer favorise un dimensionnement du transformateur 10 avec un champ d'induction faible dans le matériau magnétique, en effet on augmente la surface d'entrefer afin de diminuer la réluctance de celui-ci et par là-même la surface de matériaux magnétique).

Les pertes par hystérésis sont en $K_H B^2 f^* V$ et les pertes par courant de Foucault en $K_F B^2 f^2 * V$ avec :

V : Le volume

f : la fréquence d'utilisation

B : Le champ d'induction maximale

K_H : Une constante liée aux matériaux magnétique et à la structure du circuit magnétique

K_F : Une constante liée aux matériaux magnétique et à la structure du circuit magnétique

On a donc deux fois plus de perte par unité de volume dans le cas de la transposition du transformateur 1 tournant standard vers le transformateur 10 triphasé à flux forcé ($(\sqrt{2}\ B)^2 = 2B^2$).

Si on fait une évaluation du gain en volume du circuit magnétique, on peut estimer que l'on diminue celui-ci d'à peu près 42% ce qui fait une augmentation globale d'à peu près 16% pour les pertes fer (0,58*2=1,16). Ceci est fonction bien sûr du premier dimensionnement effectué. Dans le cas d'un transformateur tournant, les pertes fer sont bien inférieures aux pertes joules et on peut donc considérer l'augmentation des pertes globales (inférieure à 8%) comme négligeable.

La **figure 7** représente le circuit magnétique d'un transformateur (non représenté) selon un deuxième mode de réalisation. Ce transformateur peut être considéré comme une variante « en E » ou « en Pot » du transformateur 10 « en U » de la figure 3. On utilise donc les mêmes références sur la figure 7 que sur la figure 3, sans risque de confusion, et une description détaillée du transformateur selon le deuxième mode de réalisation est omise. On signale simplement que les

références 13 et 17 correspondent à deux couronnes espacées axialement, que les jambes 14 à 16 et 18 à 20 s'étendent axialement entre les deux couronnes 13 et 17, et que les noyaux magnétiques sont ici situés dans les colonnes.

La **figure 8** représente un transformateur 110 selon un troisième mode de réalisation de l'invention. Le transformateur 110 peut être considéré comme un transformateur fixe correspondant au transformateur 10 tournant de la figure 3. Sur la figure 8, on utilise donc les mêmes références que sur la figure 3, augmentées de 100, pour désigner des éléments identiques ou similaires à ceux de la figure 3.

Le transformateur 110 comprend une couronne 113 d'axe A, trois jambes 114, 115 et 116 et une couronne 117 d'axe A en matériau ferromagnétique. Chacune des jambes 114, 115 et 116 s'étend radialement à distance de l'axe A, à partir de la couronne 113. La jambe 114 se trouve à une extrémité de la couronne 113, la jambe 116 se trouve à une autre extrémité de la couronne 113, et la jambe 115 se trouve entre les jambes 114 et 116. La couronne 117 entoure la couronne 113 et les jambes 114 à 116, en délimitant un entrefer 121.

Les couronnes 113 et 117 et les jambes 114 à 116 forment un circuit magnétique du transformateur 110 à trois colonnes. Plus précisément, le circuit magnétique du transformateur 110 comprend une première colonne (correspondant à la jambe 114), une deuxième colonne (correspondant à la jambe 115) et une troisième colonne (correspondant à la jambe 116).

Le circuit magnétique du transformateur 110 délimite une encoche 122 entre les deux couronnes, la première colonne et la deuxième colonne, et une encoche 123 entre les deux couronnes, la deuxième colonne et la troisième colonne.

Comme représenté sur la figure 8, le transformateur 110 comprend des bobines 124, 125a, 125d (ainsi que deux bobines non représentées), 126, 128, 129a, 129c (ainsi que deux bobines non représentées) et 130 correspondant aux bobines 24 à 30 du transformateur 10.

Le transformateur 110 est un transformateur fixe triphasé cuirassé magnétiquement, à flux liés forcés, et à circuit magnétique à trois

colonnes. Il présente un fonctionnement et des avantages similaires au transformateur 10 de la figure 3.

La **figure 9** représente un transformateur 210 selon un quatrième mode de réalisation de l'invention. Le transformateur 210 peut être considéré comme une variante non cuirassée magnétiquement du transformateur 110 cuirassé magnétiquement de la figure 8. On utilise donc les mêmes références sur la figure 9 que sur la figure 8, sans risque de confusion, et une description détaillée du transformateur 210 est omise. On signale simplement que le circuit magnétique du transformateur 210 n'entoure pas complétement les bobines 124, 128, 126 et 130 et que le transformateur 210 n'est donc pas cuirassé magnétiquement, contrairement au transformateur 110.

La **figure 10** est une vue en coupe d'un transformateur 310 selon un premier mode de réalisation utile à la compréhension de l'invention. Le transformateur 310 est un transformateur tournant triphasé, à flux liés forcés, et peut être considéré comme une variante du transformateur 10 de la figure 3. Ainsi, sur la figure 10 (et les figures 11 à 13), les éléments identiques ou similaires à des éléments du transformateur 10 de la figure 3 sont désignés par les mêmes références, sans risque de confusion. Ci-après, on décrit en détail les spécificités du transformateur 310.

A la place de la bobine torique 24, le transformateur 310 comprend quatre bobines, dont une bobine 324a et une bobine 324d sont représentées sur la figure 10, reliés en série et qui passent dans des encoches 36 ménagées dans la jambe 18 (les encoches 36 sont visibles sur la figure 11). De manière correspondante, à la place de la bobine torique 28, le transformateur 310 comprend quatre bobines, dont une bobine 328a et une bobine 328d sont représentées sur la figure 10, reliés en série et qui passent dans des encoches 37 ménagées dans la jambe 15.

De même, à la place de la bobine torique 26, le transformateur 310 comprend quatre bobines, dont une bobine 326a et une bobine 326d sont représentées sur la figure 10, reliés en série et qui passent dans des encoches 36 ménagées dans la jambe 20. De manière correspondante, à la place de la bobine torique 30, le transformateur 310 comprend quatre bobines, dont une bobine 330a et une bobine 330c sont représentées sur

la figure 10, reliés en série et qui passent dans des encoches 37 ménagées dans la jambe 16.

Autrement dit, de manière similaire à la phase centrale, le bobinage des phases latérale ne s'effectue plus autour de l'axe de rotation A mais radialement autour de chaque colonne. Le transformateur 310 présente donc trois noyaux magnétiques radiaux : Un noyau 38 dans la colonne centrale formée par les jambes 15 et 19, un noyau 39 dans la colonne formée par les jambes 14 et 18, et un noyau 40 dans la colonne formée par les jambes 16 et 20.

La **figure 12**, sur laquelle on utilise les mêmes notations que sur la figure 6, illustre le fonctionnement du transformateur 310.

Sur la figure 12, les bobines 324a, 324d et les bobines non représentée qui leur sont reliées correspondent, pour un courant I_{ap}, à un potentiel magnétique Pa radial dirigé vers l'axe A dans le noyau magnétique 39. De même, les bobines 25a, 25b, 25c et 25d correspondent, pour un courant I_{bp}, à un potentiel magnétique Pb radial dirigé l'axe A dans le noyau magnétique 38. Enfin, les bobines 326a, 326d et les bobines non représentée qui leur sont reliées correspondent, pour un courant I_{cp}, à un potentiel magnétique Pc radial dirigé vers l'axe A dans le noyau magnétique 40.

Les potentiels magnétiques Pa, Pb et Pc sont égaux en modules et tous dirigés vers l'axe A. Dans une variante non représentée, les potentiels magnétiques Pa, Pb et Pc sont de sens opposés par rapport à l'exemple représenté, c'est-à-dire ils sont tous dirigés à distance de l'axe A.

Cette configuration permet un couplage correct des flux. Plus précisément, la topologie du transformateur 310 permet d'obtenir le même coefficient de couplage de 3/2 que dans le cas du transformateur 10 décrit ci-dessus. Pour obtenir le coefficient de couplage théorique et l'équilibre triphasé, il est suffisant que les reluctances entre le point milieu de la couronne 17 et le point milieu de la couronne 13 passant par chaque colonne soient identiques.

Le transformateur 310 présente les mêmes avantages que le transformateur 10, sauf l'utilisation uniquement de bobines toriques. Le transformateur 310 permet notamment d'obtenir un couplage des phases permettant de retrouver le coefficient multiplicateur 3/2.

Dans le mode de réalisation représenté, le transformateur 310 comprend, pour chaque phase, quatre bobines primaires en série (bobines 25a à 25d dans le cas de la phase centrale) et quatre bobines secondaires en série (bobines 29a à 29d dans le cas de la phase centrale). En variante, le nombre de bobines sur chaque colonne peut être plus ou moins élevé. Le nombre de bobines sur chaque colonne peut différer entre le primaire et le secondaire.

Le transformateur 310 représenté sur les figures 10 à 12 est un transformateur « en U ». Dans une variante non représentée, un transformateur « en E » ou « en Pot » présente une topologie similaire. Dans ce cas, les noyaux magnétiques sont axiaux. La **figure 13** représente, en vue en perspective éclatée, un circuit magnétique permettant de réaliser une telle variante « en E ». Les éléments correspondant à des éléments de la figure 11 sont désignés par les mêmes références, sans risque de confusion.

Dans le transformateur 10 de la figure 3 et dans le transformateur 310 de la figure 10, les bobinages permettent de reproduire les flux triphasés dans les trois colonnes du transformateur de façon équivalente à un transformateur fixe triphasé à flux liés forcés. De même, dans les transformateurs non représentés selon les variantes « en E » basées respectivement sur le circuit magnétique de la figure 7 ou de la figure 13, les bobinages permettent de reproduire les flux triphasés dans les trois colonnes du transformateur de façon équivalente à un transformateur fixe triphasé à flux liés forcés.

Ainsi, les primaire et secondaires de ces transformateurs sont compatibles. De manière générale, le primaire du transformateur 10 est compatible avec tout secondaire dont la topologie permet de reproduire des flux triphasés dans trois colonnes de façon équivalente à un transformateur fixe triphasé à flux liés forcés. Ainsi, dans le transformateur 10, les primaire et secondaire sont réalisés selon le même principe. Toutefois, dans une variante, le primaire ou le secondaire est réalisé selon un principe différent, par exemple selon celui du transformateur 310 des figures 10 à 12.

La **figure 15** est une vue en coupe d'un transformateur 410 selon un cinquième mode de réalisation de l'invention, qui utilise le primaire du transformateur 10 et le secondaire du transformateur 310.

Sur la figure 15, on utilise donc les mêmes références que sur la figure 3 ou sur la figure 10, et une description détaillée est omise.

De manière connue, un transformateur peut comprendre plusieurs secondaires. Ainsi, dans un mode de réalisation non représenté, les bobinages de chaque secondaire peuvent être simultanément réalisés suivant le principe du transformateur 10 et le principe du transformateur 310 sur le même corps si celui-ci possède les encoches nécessaires au niveau des jambes pour le passage des bobines selon le principe du transformateur 310.

REVENDICATIONS

1. Transformateur (10, 110, 210, 410) triphasé comprenant une partie primaire (11 ; 12) et une partie secondaire (12 ; 11),
la partie primaire (11) comprenant un premier corps en matériau ferromagnétique et des bobines primaires (24, 25a, 25b, 25c, 25d, 26 ; 124, 125a, 125d, 126), la partie secondaire (12) comprenant un deuxième corps en matériau ferromagnétique et des bobines secondaires (128, 129a, 129c, 130),
le premier corps délimitant une première encoche (22) annulaire d'axe A et une deuxième encoche (23) annulaire d'axe A, la première encoche (22) étant délimitée par une première jambe latérale (18 ; 114), une jambe centrale (19 ; 115) et une couronne (17 ; 113), la deuxième encoche (23) étant délimitée par la jambe centrale (19 ; 115), une deuxième jambe latérale (20 ; 116) et la couronne (17 ; 113),
les bobines primaires comprenant une première bobine (24, 124) torique d'axe A dans la première encoche (22), une deuxième bobine (26, 126) torique d'axe A dans la deuxième encoche (23), et une ou plusieurs troisièmes bobines (25a, 25b, 25c, 25d ; 125a, 125d) reliées en série, lesdites troisièmes bobines étant enroulées autour d'une desdites jambes en passant dans des encoches (36) dans ladite jambe.

2. Transformateur (10, 110, 210, 410) selon la revendication 1, dans lequel lesdites troisièmes bobines sont enroulées autour de ladite jambe centrale (19, 115).

3. Transformateur (10, 410) selon l'une des revendications 1 et 2, dans lequel la partie primaire (11 ; 12) et la partie secondaire (12 ; 11) sont mobiles en rotation autour de l'axe A, l'une par rapport à l'autre.

4. Transformateur (10) selon la revendication 3, dans lequel le deuxième corps délimite une première encoche secondaire (34) annulaire d'axe A et une deuxième encoche secondaire (35) annulaire d'axe A, la première encoche secondaire (34) étant délimitée par une première jambe latérale secondaire (14), une jambe centrale secondaire (15) et une couronne secondaire (13), la deuxième encoche secondaire (35) étant

délimitée par la jambe centrale secondaire (15), une deuxième jambe latérale secondaire (16) et la couronne secondaire (13),
les bobines secondaires comprenant une première bobine secondaire (28) torique d'axe A dans la première encoche secondaire (34), une deuxième bobine secondaire (31) torique d'axe A dans la deuxième encoche secondaire (35), et une ou plusieurs troisièmes bobines secondaires (29a, 29b, 29c, 29d) reliées en série, lesdites troisièmes bobines secondaires étant enroulées autour d'une desdites jambes secondaires en passant dans des encoches (37) dans ladite jambe secondaire.

5. Transformateur (10) selon la revendication 4, dans lequel la première jambe latérale (18) et la première jambe latérale secondaire (14) sont dans le prolongement l'une de l'autre et séparées par un entrefer (21), la première jambe centrale (19) et la première jambe centrale secondaire (15) sont dans le prolongement l'une de l'autre et séparées par un entrefer (21), et la deuxième jambe latérale (20) et la deuxième jambe latérale secondaire (16) sont dans le prolongement l'une de l'autre et séparées par un entrefer (21).

6. Transformateur (410) selon l'une des revendications 3 à 5, dans lequel la partie primaire (11 ; 12) entoure la partie secondaire (12 ; 11) par rapport à l'axe A ou inversement.

7. Transformateur selon l'une des revendications 3 à 5, dans lequel la partie primaire (11 ; 12) et la partie secondaire (12 ; 11) sont situées l'une à côté de l'autre dans la direction de l'axe A.

8. Transformateur (110, 210) selon la revendication 1, dans lequel la partie primaire et la partie secondaire sont fixes l'une par rapport à l'autre.

10. Transformateur (10, 110) selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel le premier corps et le deuxième corps en matériau ferromagnétique entourent complètement les bobines primaires et les bobines secondaires.

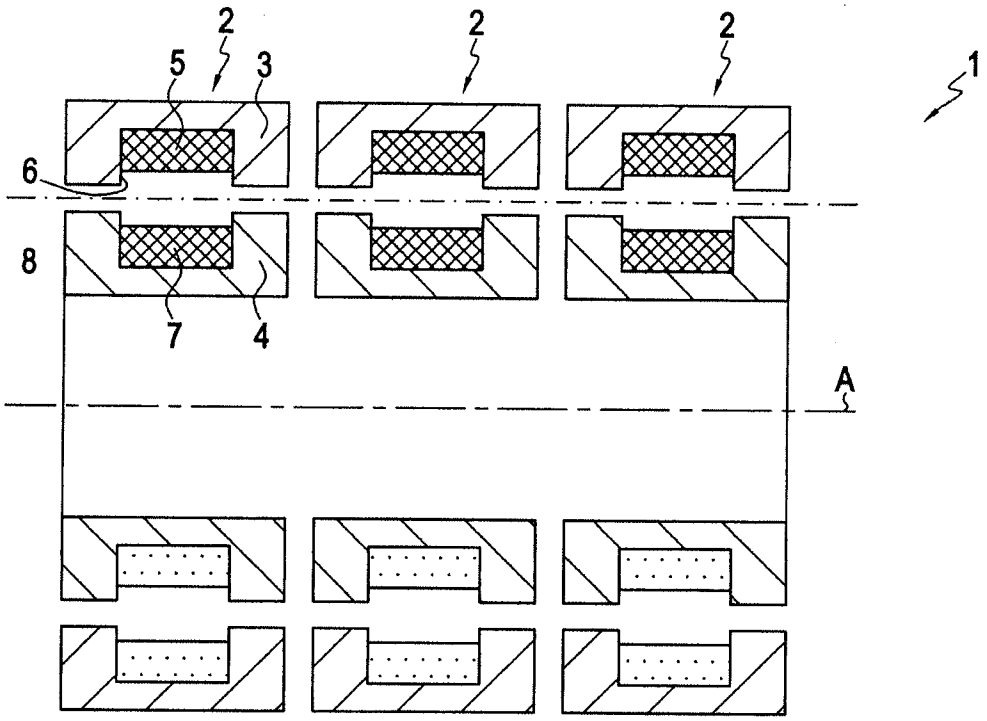


FIG.1

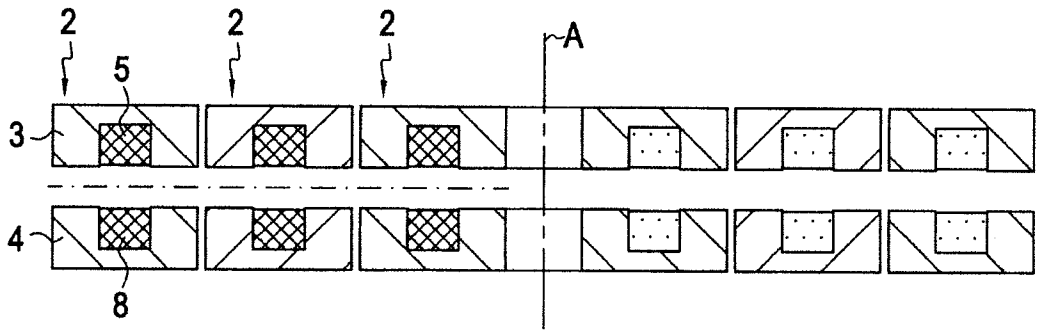


FIG.2

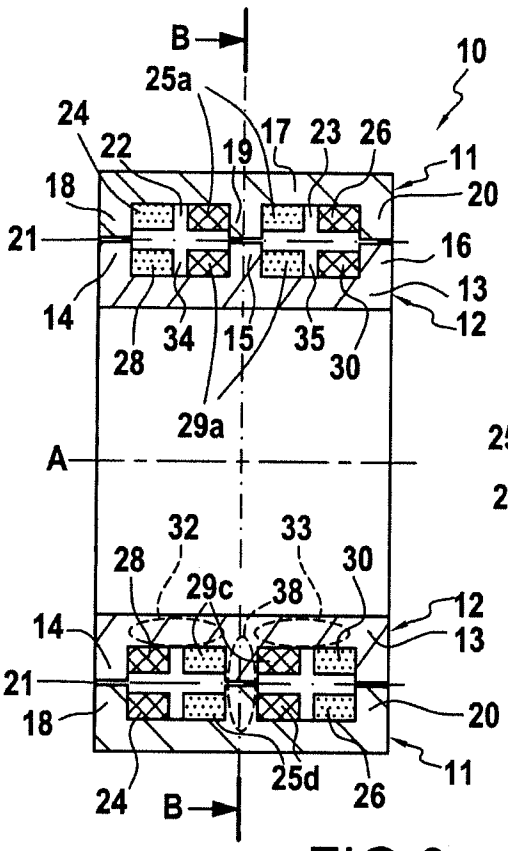


FIG.3

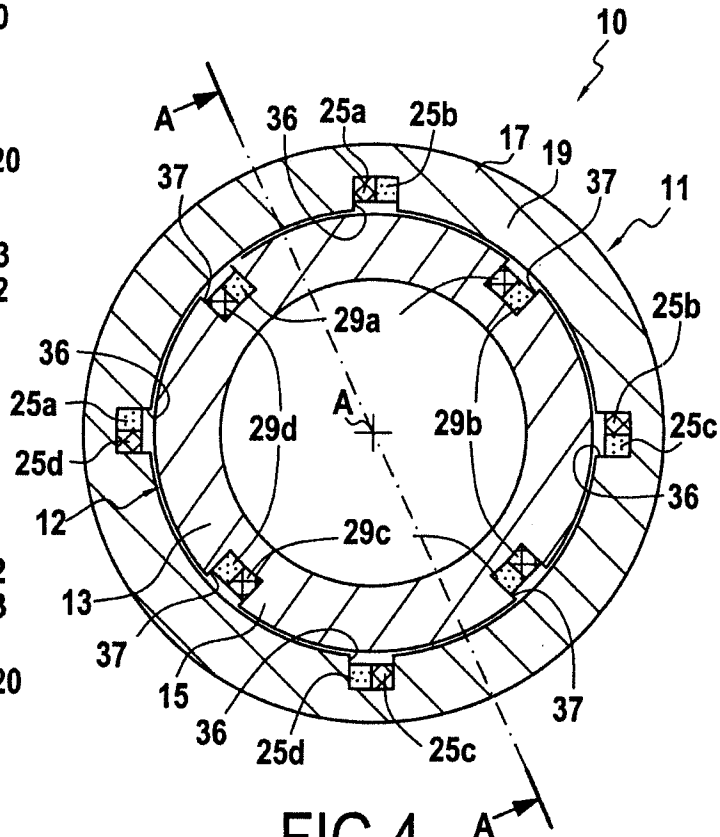


FIG.4

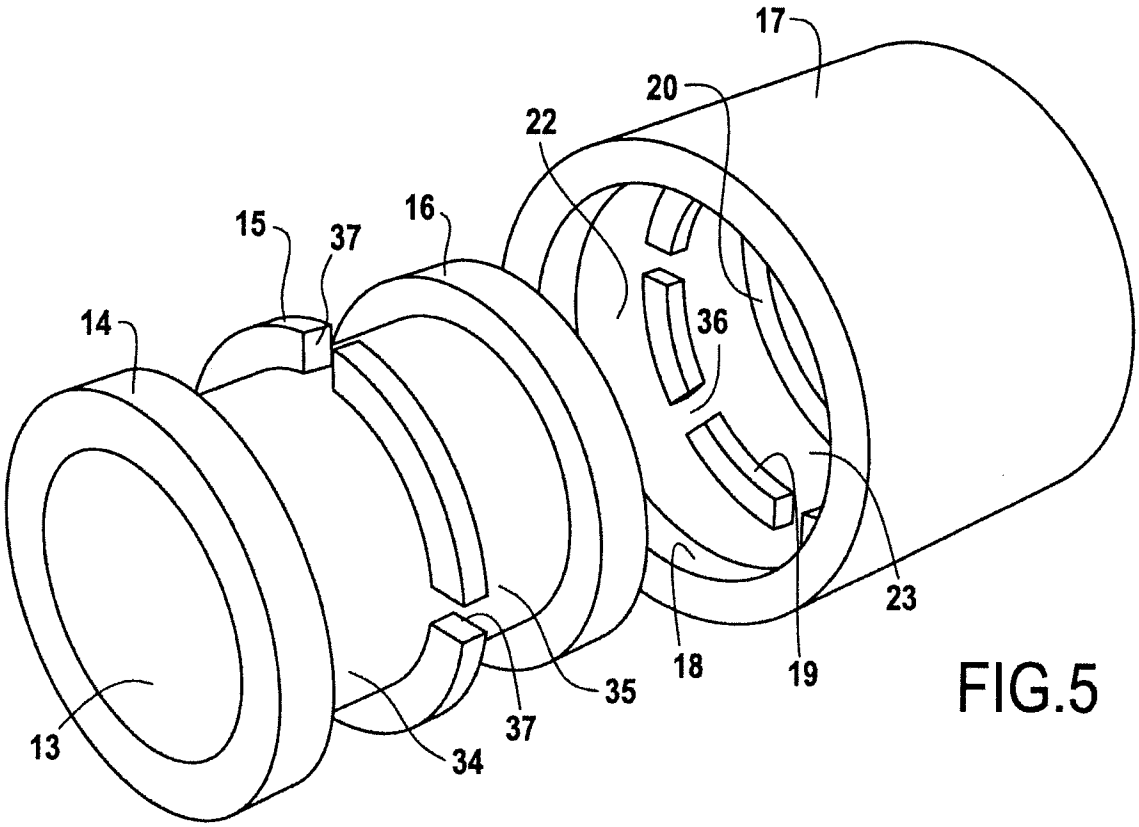


FIG.5

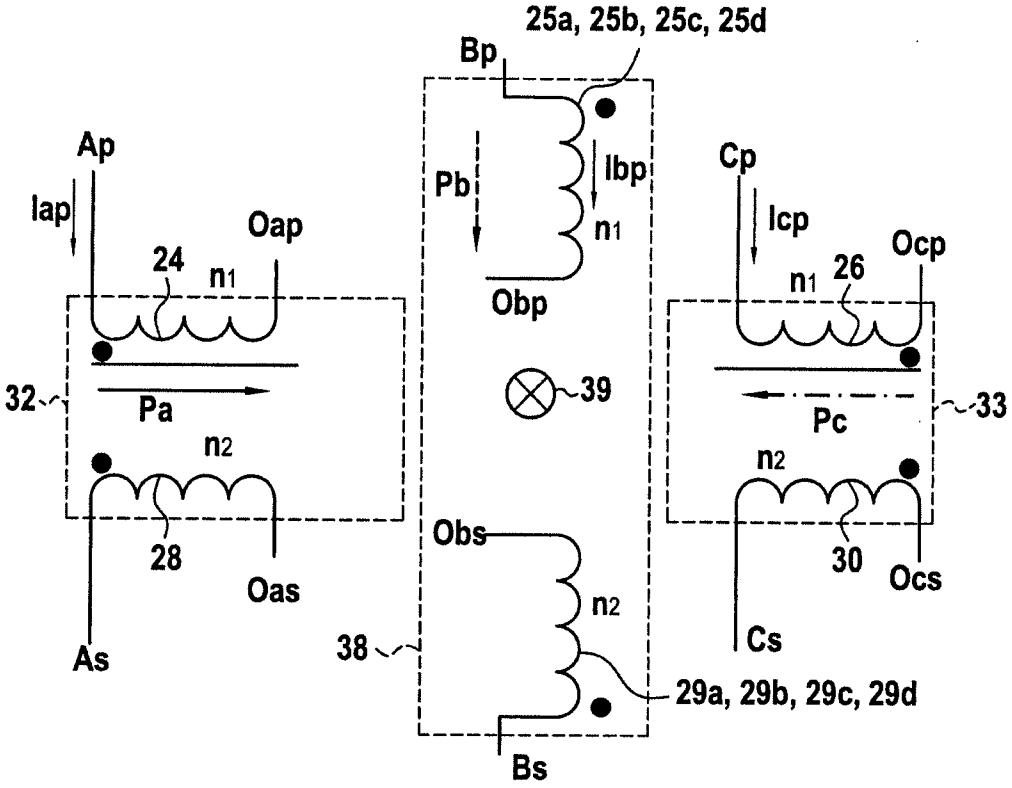

25a, 25b, 25c, 25d
Bp
Ap
Iap
Oap
24
n1
Pb
Ibp
n1
Obp
Cp
Icp
Ocp
n1
26
32
Pa
39
Pc
33
n2
n2
28
Oas
30
Ocs
As
Obs
n2
38
Cs
29a, 29b, 29c, 29d
Bs

FIG.6

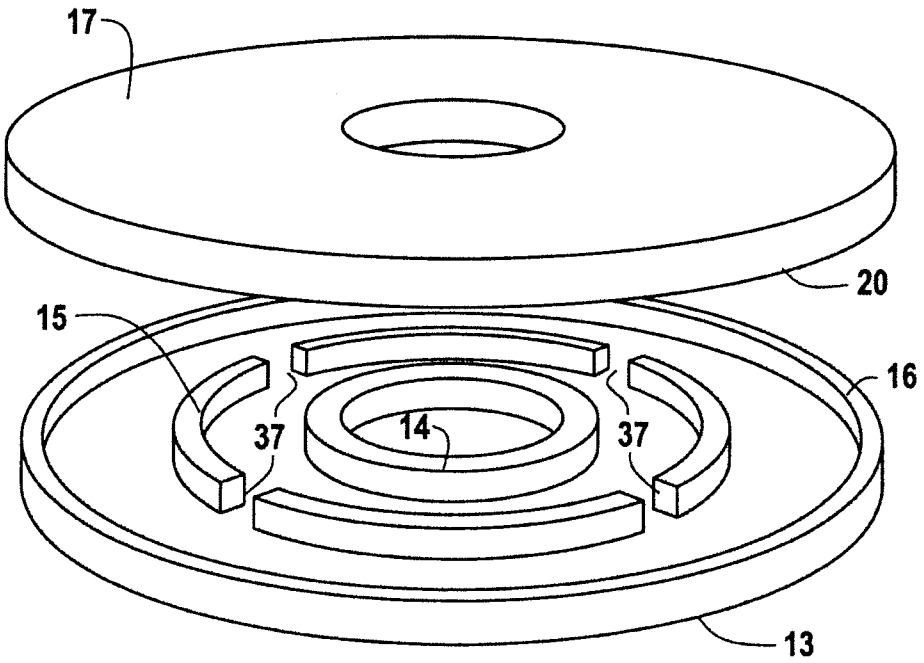

17
20
15
16
37
14
37
13

FIG.7

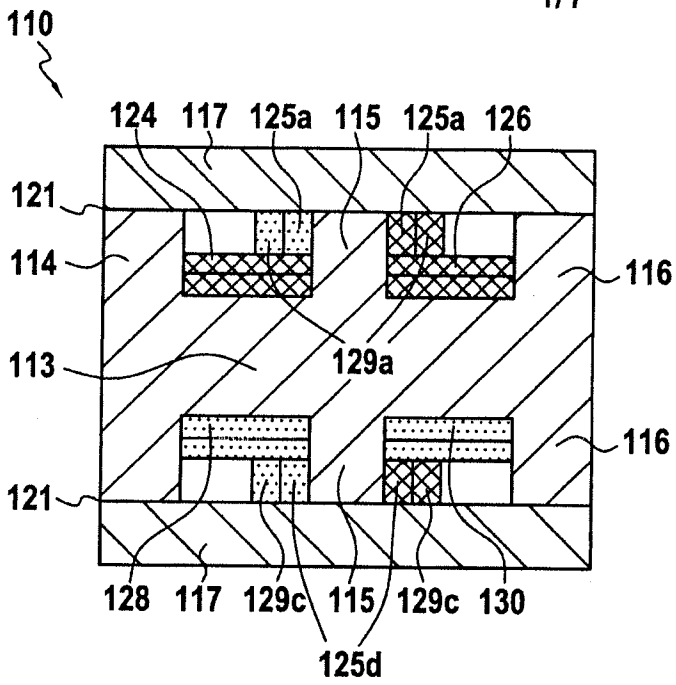


FIG.8

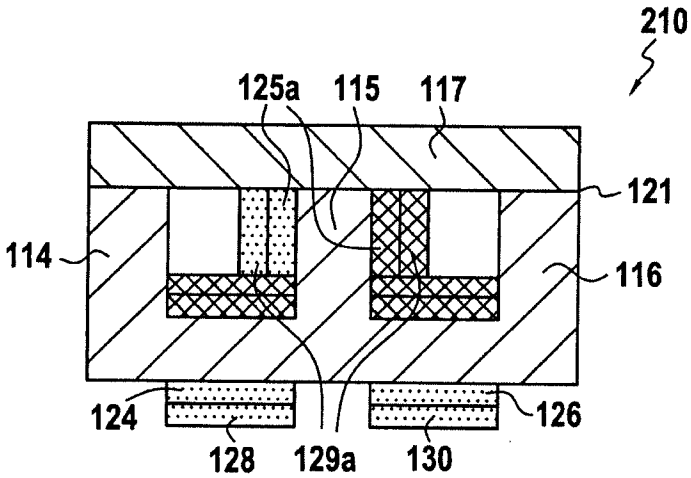


FIG.9

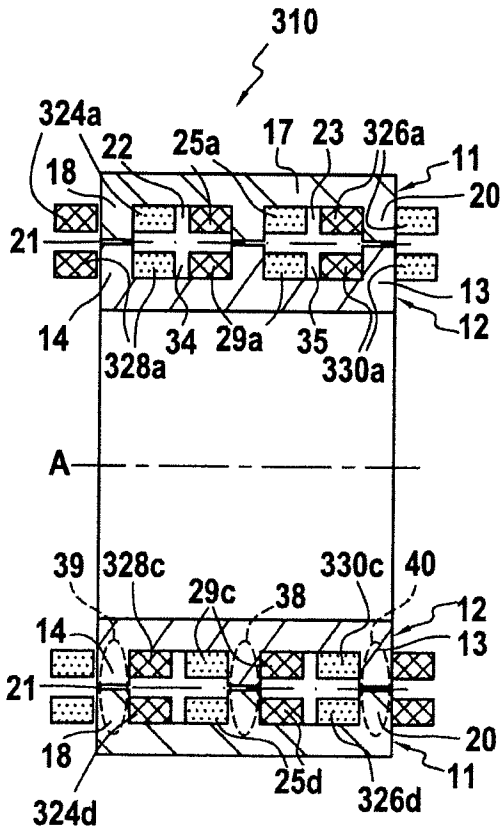
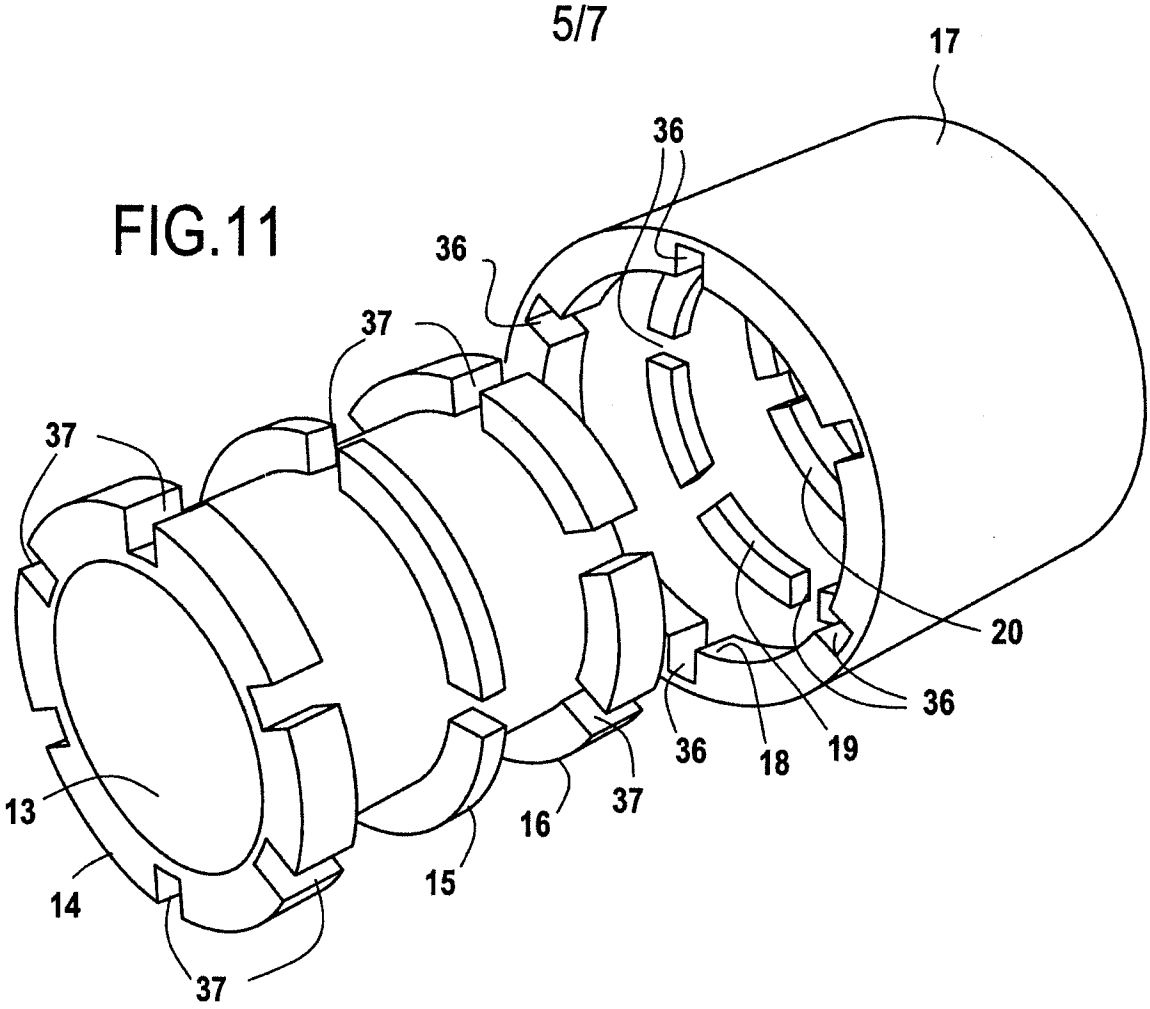


FIG.10

FIG.11


17
36
36
37
37
20
36
36
18
19
37
16
13
15
14
37

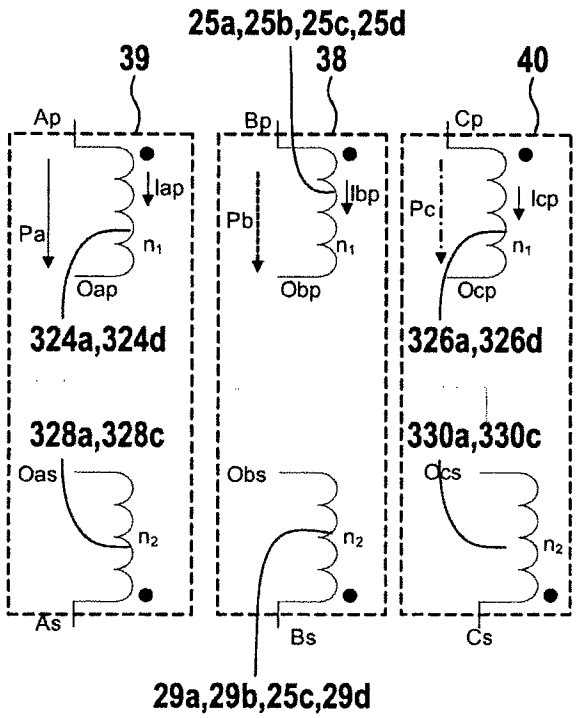

25a,25b,25c,25d
39
38
40
Ap
Bp
Cp
Iap
Ibp
Icp
Pa
Pb
Pc
n1
n1
n1
Oap
Obp
Ocp
324a,324d
326a,326d
328a,328c
330a,330c
Oas
Obs
Ocs
n2
n2
n2
As
Bs
Cs
29a,29b,25c,29d

FIG.12

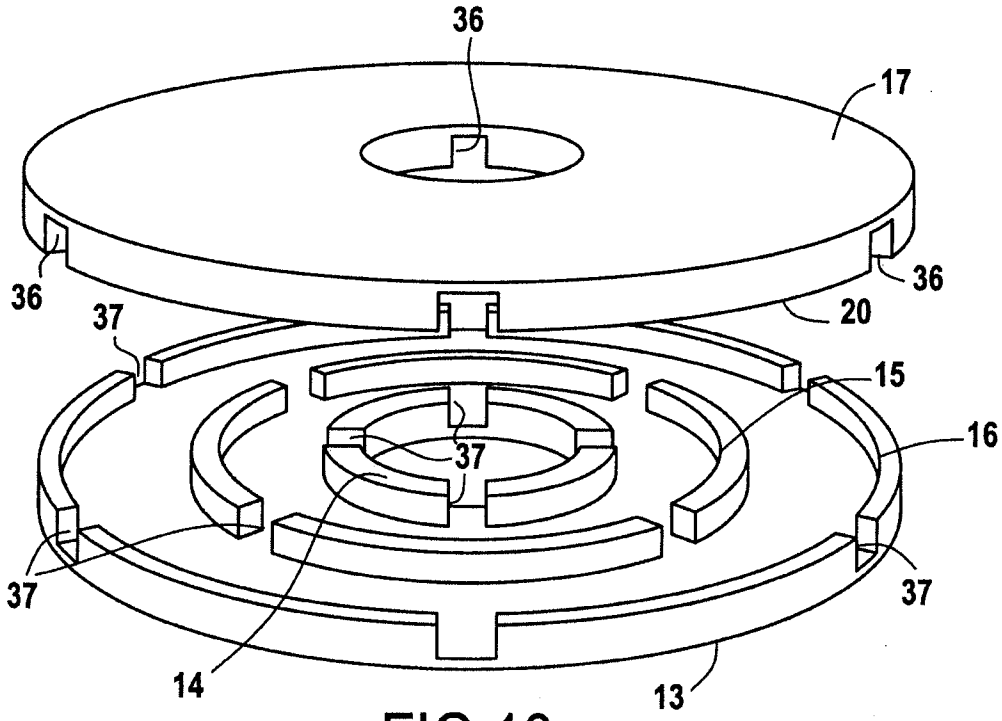


FIG.13

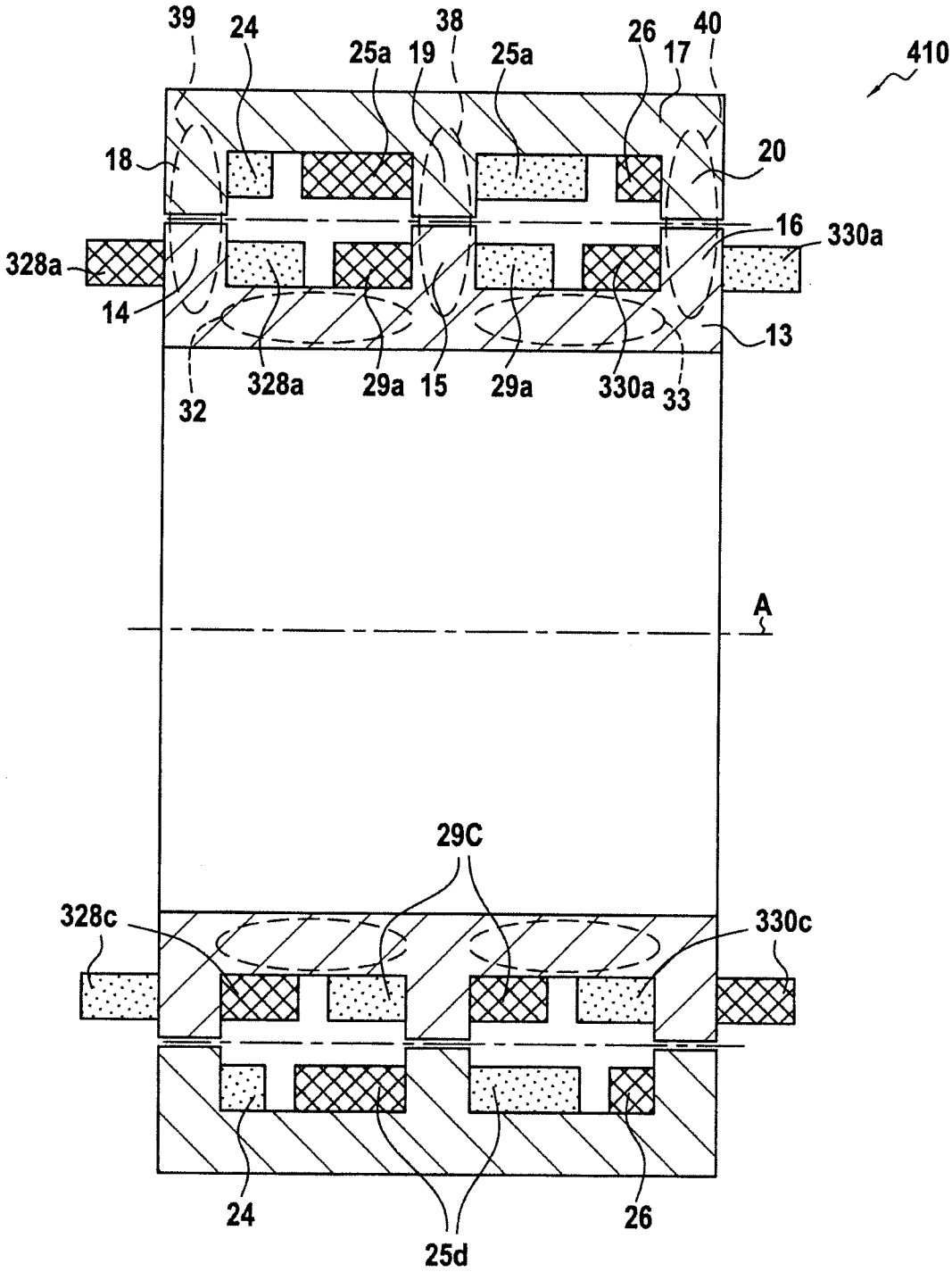

39
24
38
25a
19
25a
26
17
40
410
18
20
16
330a
328a
14
13
32
328a
29a
15
29a
330a
33
A
29C
328c
330c
24
25d
26

FIG.14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2013/050987

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. H01F38/18 H01F27/28 H01F30/12
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	JP 2008 245484 A (UNIV FUKUI; MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 9 October 2008 (2008-10-09) figures 1,4-8	1-8,10
A	US 2011/050377 A1 (BJERKNES OLE JOHAN [NO] ET AL) 3 March 2011 (2011-03-03) figures 2,3	1-8,10
A	DE 199 53 583 C1 (SEIFERT DIETER [DE]) 6 December 2001 (2001-12-06) figures 2,3	1-8,10
A	EP 0 688 028 A1 (SCHMALL KARL HEINZ [DE]) 20 December 1995 (1995-12-20) figures 1,2	1-8,10

☐ 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
5 August 2013	12/08/2013

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016	Weisser, Wolfgang

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/FR2013/050987

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
JP 2008245484 A	09-10-2008	NONE	
US 2011050377 A1	03-03-2011	CA 2721358 A1	22-10-2009
		RU 2010145989 A	20-05-2012
		US 2011050377 A1	03-03-2011
		WO 2009128724 A1	22-10-2009
DE 19953583 C1	06-12-2001	NONE	
EP 0688028 A1	20-12-1995	DE 29503608 U1	14-09-1995
		EP 0688028 A1	20-12-1995

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/FR2013/050987

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. H01F38/18 H01F27/28 H01F30/12
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	JP 2008 245484 A (UNIV FUKUI; MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 9 octobre 2008 (2008-10-09) figures 1,4-8	1-8,10
A	US 2011/050377 A1 (BJERKNES OLE JOHAN [NO] ET AL) 3 mars 2011 (2011-03-03) figures 2,3	1-8,10
A	DE 199 53 583 C1 (SEIFERT DIETER [DE]) 6 décembre 2001 (2001-12-06) figures 2,3	1-8,10
A	EP 0 688 028 A1 (SCHMALL KARL HEINZ [DE]) 20 décembre 1995 (1995-12-20) figures 1,2	1-8,10

☐ 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
5 août 2013	12/08/2013

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

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°
PCT/FR2013/050987

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
JP 2008245484 A	09-10-2008	AUCUN	
US 2011050377 A1	03-03-2011	CA 2721358 A1	22-10-2009
		RU 2010145989 A	20-05-2012
		US 2011050377 A1	03-03-2011
		WO 2009128724 A1	22-10-2009
DE 19953583 C1	06-12-2001	AUCUN	
EP 0688028 A1	20-12-1995	DE 29503608 U1	14-09-1995
		EP 0688028 A1	20-12-1995