

(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
18 décembre 2014 (18.12.2014)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2014/199039 A2

- (51) Classification internationale des brevets :
H02K 1/27 (2006.01) H02K 15/03 (2006.01)
H02K 1/30 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2014/051245
- (22) Date de dépôt international :
27 mai 2014 (27.05.2014)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
1355473 13 juin 2013 (13.06.2013) FR
- (71) Déposant : LOHR ELECTROMECHANIQUE [FR/FR];
29 rue du 14 Juillet, F-67980 Hangenbieten (FR).
- (72) Inventeurs : DUMAS, Pierre; 17A rue de Bouxwiller, F-
67000 Strasbourg (FR). VERDIER, Laurent; 8 rue Alfred
Kastler, F-67114 Eschau (FR).
- (74) Mandataires : MERCKLING, Norbert et al.; 1a Place
Boecler, CS 10063, F-67024 Strasbourg Cedex (FR).
- (81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre
de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM,

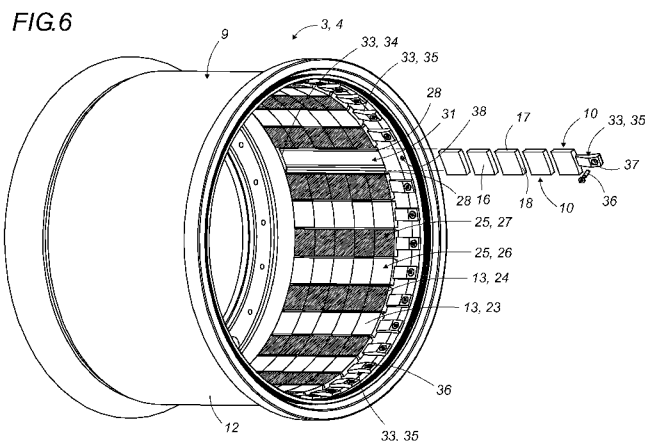
AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY,
BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM,
DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR,
KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME,
MG, MK, MN, MW, MX, MY, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA,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

(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), eurasiatique (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,
TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM,
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— sans rapport de recherche internationale, sera republiée
dès réception de ce rapport (règle 48.2.g)

- (54) Title : MAGNET-BEARING MOVING PART FOR A SYNCHRONOUS PERMANENT-MAGNET MACHINE
(54) Titre : PIÈCE MOBILE PORTE-AIMANTS POUR MACHINE SYNCHRONE À AIMANTS PERMANENTS



(57) Abstract : The moving part (3), designed to move past a fixed stator with coils, comprises a metallic chassis (9) on which are mounted magnets (10), arranged in parallel rows (13), with alternating polarity. The chassis comprises a set of retaining ribs (28), of dovetail cross section, extending longitudinally between each row of magnets. The permanent magnets comprise, at the lateral edges (17) thereof that are adjacent to these retaining ribs, inclined faces that complement the inclined flanks of the retaining ribs and by means of which said magnets are engaged with the retaining ribs which thus immobilize the magnets vertically and laterally. The mechanical immobilization of the magnets is supplemented, in the longitudinal direction, by removable end stop components (35) which are screwed to the chassis at the ends of the rows of magnets. This invention is of interest to the manufacturers of rotary or linear electrotechnical machines such as motors or generators.

(57) Abrégé :

[Suite sur la page suivante]

WO 2014/199039 A2

Pièce mobile porte-aimants pour machine synchrone à aimants permanents La pièce mobile(3),prévue pour se déplacer en face d'un stator fixe à bobinages, comporte un châssis (9) métallique sur lequel sont montés des aimants (10) disposés en rangées (13) parallèles,de polarité alternée. Le châssis comporte un ensemble de nervures de maintien(28), à section en forme de queue d'aronde, s'étendant longitudinalement entre chaque rangée d'aimants. Les aimants permanents, comportent, au niveau de leurs chants latéraux (17) adjacents à ces nervures de maintien, des pans inclinés complémentaires aux flancs inclinés des nervures de maintien, par lesquels ces aimants sont engagés avec les nervures de maintien qui assurent ainsi le blocage vertical et latéral des aimants. L'immobilisation mécanique des aimants est complétée, dans la direction longitudinale, par des pièces de butées amovibles (35), vissées sur le châssis, à l'extrémité des rangées d'aimants. Cette invention intéresse les fabricants de machines électrotechniques tournantes ou linéaires, telles que les moteurs ou générateurs.

PIÈCE MOBILE PORTE-AIMANTS POUR MACHINE SYNCHRONE À AIMANTS PERMANENTS

5 La présente invention se rapporte au domaine technique général des moteurs ou à celui des machines comportant des aimants permanents et destinées à générer un courant électrique.

10 La présente invention concerne notamment une pièce mobile porte-aimants pour machine synchrone à aimants permanents, machine par exemple de type moteur ou générateur ou toute autre machine électrotechnique tournante ou non tournante à aimants permanents.

Une application préférentielle de l'invention porte plus spécifiquement sur un rotor de moteur de traction, par exemple un moteur de traction ferroviaire. Une autre application concerne par exemple divers types de véhicules routiers.

15 Les machines synchrones à aimants permanents sont composées d'une pièce mobile comportant une série d'aimants permanents de polarité alternée et d'une pièce fixe appelée stator comprenant un ensemble de bobines d'induction.

20 Suivant le type de machines synchrones, la pièce mobile porte-aimants peut se déplacer linéairement par rapport au stator ou tourner par rapport à celui-ci. Dans ce dernier cas, elle est appelée rotor.

25 Afin de générer un phénomène d'induction, qui permet la mise en mouvement de la pièce mobile dans le cas d'un moteur ou la création d'un courant dans le cas d'un générateur, ces pièces mobiles comportent des rangées successives d'aimants permanents disposés en vis-à-vis des bobinages du stator. Ces rangées, parallèles entre elles, sont classiquement orientées de façon perpendiculaire au mouvement (c'est-à-dire selon la direction axiale dans le cas d'un mouvement circulaire). A titre d'exemple, les aimants sont de même polarité au sein d'une même rangée, mais sont de polarité alternée d'une rangée sur l'autre. Il est également envisageable de réaliser par exemple des alternances de polarités avec des aimants de même polarité disposés sur deux ou trois rangées successives, puis des aimants de polarité opposée sur les deux ou trois rangées suivantes.

30 De façon classique, les pièces mobiles comportent un châssis métallique sur lequel les aimants sont fixés par collage. Pour garantir un maintien satisfaisant, la colle utilisée doit toutefois présenter des caractéristiques compatibles avec les efforts importants subis par les aimants et ce quelle que soit la température de fonctionnement.

En effet, pendant l'utilisation de la machine synchrone, ces aimants

5 sont soumis à des forces multiples qui s'exercent selon des directions variées. Il s'agit par exemple dans le cas d'un rotor tournant : de forces axiales qui résultent des attractions et des répulsions magnétiques entre les aimants, de forces radiales liées au bouclage du champ magnétique du stator, de forces centrifuges dues à la rotation plus ou moins rapide du rotor et de forces tangentielles de cisaillement dues au couple.

10 Actuellement, la tendance consiste à vouloir réaliser des machines synchrones de plus en plus puissantes, tout en les logeant dans un espace de plus en plus réduit. Cette volonté d'amélioration des performances des machines synchrones a conduit parallèlement à une augmentation importante des températures internes de fonctionnement de ces machines.

15 Les colles utilisées pour la fixation des aimants sur la pièce mobile de ces machines doivent donc pouvoir résister à de telles températures, tout en garantissant une bonne tenue des aimants malgré les contraintes importantes qui s'y exercent. De telles performances de tenue à haute température sont difficiles à obtenir pour une colle.

20 En outre, cette augmentation de la température interne de fonctionnement des machines synchrones provoque une dilatation structurelle qui n'est pas de même intensité selon la composition respective de chacune des pièces. On observe ainsi une dilatation différentielle entre le châssis de la pièce mobile qui est généralement en acier et les aimants qui sont par exemple en néodyme fer bore.

25 Les colles utilisées, pour pouvoir assurer une fixation suffisamment solide des aimants, sont des colles rigides qui ne présentent généralement pas une élasticité suffisante pour être compatible avec cette dilatation différentielle.

30 En cas de déformation de la pièce mobile provoquée par de telles différences de dilatation ou par des contraintes extérieures ou encore en cas d'emballement thermique suite par exemple à un dysfonctionnement de convertisseur, il se produit parfois une rupture du film de colle entre le châssis et les aimants qui peut entraîner un glissement de tout ou partie des aimants sur le stator. Une telle rupture se traduit par une perte brutale de performance de la machine synchrone, voire même par un blocage complet de celle-ci.

Afin de limiter l'échauffement problématique à l'intérieur des machines synchrones, on a proposé dans l'art antérieur de créer des canaux de circulation d'air entre les aimants afin d'évacuer une partie de la chaleur générée.

35 C'est par exemple le cas dans la demande de brevet EP 2.348.612 A déposée au nom de SIEMENS AG. Cette demande divulgue un rotor de machine synchrone dans lequel chacun des aimants permanents est collé sur une pièce

support intermédiaire engagée dans une rainure du châssis et ainsi retenue mécaniquement sur celui-ci. Les aimants ont une superficie inférieure à celle des pièces supports intermédiaires. Ainsi, ils n'occupent pas toute la surface de leur pièce support intermédiaire respective, ce qui laisse entre les aimants adjacents un espace libre, prévu pour communiquer avec les espaces libres voisins. Un canal de circulation d'air est ainsi réalisé entre chaque rangée d'aimants permanents.

Si la création de ces canaux permet une meilleure circulation de l'air et une certaine limitation de l'échauffement, elle ne résout cependant pas le problème du collage des aimants. En effet, les aimants restent collés sur les pièces supports intermédiaires et la colle utilisée doit pouvoir supporter les contraintes sévères qu'elle subit en fonctionnement comme expliqué précédemment.

En outre, afin de créer les canaux de circulation d'air, un espace doit être laissé libre entre les rangées d'aimants. La surface occupée par les aimants est donc réduite. De plus, les aimants n'étant plus directement collés sur le châssis mais sur des pièces supports intermédiaires, le volume disponible pour loger les aimants est également réduit. Tout ceci conduit à une forte diminution des performances du fait de la petite taille des aimants.

Un autre inconvénient de ces machines synchrones est l'alternance brutale des polarités des aimants permanents disposés en rangées parallèles lors du déplacement de la pièce mobile devant le stator. Ce brusque changement de polarité Nord/Sud des aimants provoque une ondulation du couple avec une pente très raide qui génère des vibrations et des à-coups au niveau des engrenages, des transmissions et de tous les organes mécaniques. Ces vibrations, en plus d'un certain inconfort lié au bruit généré, conduisent à une usure prématurée et dommageable de ces organes mécaniques.

Dans le but d'atténuer les ondulations de couple dues au passage brutal d'une polarité à l'autre, il a été proposé dans l'art antérieur de disposer les aimants non plus en rangées perpendiculaires au mouvement, mais selon une disposition hélicoïdale. Avec une telle disposition en hélice, la transition entre les polarités des rangées successives d'aimants se fait plus progressivement pendant le déplacement de la pièce mobile. Les ondulations du couple s'en trouvent donc amorties.

En plus ou à la place de cette disposition hélicoïdale des aimants de la pièce mobile, on a aussi pensé dans l'art antérieur à disposer les bobines du stator en hélice.

Cependant, cette disposition particulière en hélice des aimants de la pièce mobile et/ou des bobines du stator est assez difficile à réaliser. La pose de ces

éléments, déjà difficile en raison des interactions magnétiques existant entre les aimants, devient particulièrement complexe et délicate. La fabrication de ces machines synchrones est compliquée, longue et coûteuse.

5 En outre, du fait de cette disposition en hélice, le rendement résultant de la machine synchrone se trouve significativement diminué.

Le but de l'invention est de fournir une pièce mobile pour machine synchrone qui ne présente pas les inconvénients précités et dans laquelle les aimants permanents sont fixés mécaniquement sur le châssis de façon simple, pratique et fiable. Cette fixation s'effectue directement, sans pièce intermédiaire, ni support de montage.

10 Un autre but de l'invention est de remplacer le collage des aimants permanents par une fixation mécanique qui garantit un maintien parfait de ces aimants quelle que soit la température de fonctionnement de la machine.

15 Comme il n'y a plus de collage, la création de canaux de circulation d'air est inutile, la fixation mécanique utilisée restant efficace même à haute température. Les aimants sont directement fixés sur le châssis, sans pièce de montage intermédiaire, et peuvent s'étendre pratiquement bord à bord. La taille des aimants peut ainsi être considérablement augmentée, ce qui garantit des performances maximales.

20 Un autre but de l'invention est de proposer une pièce mobile de machine synchrone dont les aimants sont disposés en rangées perpendiculaires au mouvement, mais qui, grâce à la forme particulière du châssis et des aimants, permet un amortissement des ondulations du couple, sans disposition en hélice et tout en conservant un bon rendement.

25 De plus, comme ses aimants sont placés en rangées perpendiculaires au mouvement, la pièce mobile selon l'invention ne présente pas les difficultés de fabrication des pièces de l'art antérieur à disposition hélicoïdale. Au contraire, l'invention enseigne un procédé de pose et de fixation des aimants permanents sur le châssis de la pièce mobile, particulièrement pratique et avantageux, et dont le nombre d'étape est limité.

30 Dans la présente demande, il conviendra de comprendre le terme « aimant » au sens large, désignant d'une part des éléments réalisés avec des matériaux magnétiques classiques et d'autre part des éléments réalisés avec des matériaux magnétisables. Ces matériaux magnétisables sont par exemple réalisés avec des matériaux à base de ferrite ou des alliages du genre SmCo, AlNiCo ou NdFeB.

Pour résoudre ces problèmes techniques, l'invention fournit une

pièce mobile porte-aimants pour machine synchrone à aimants permanents, prévue pour se déplacer en face d'un stator fixe comprenant un ensemble de bobines d'induction. Cette pièce mobile porte-aimants comporte un châssis métallique et une série d'aimants permanents fixés sur le châssis. Ces aimants sont disposés en rangées parallèles entre elles et perpendiculaires au mouvement de la pièce mobile porte-aimants (c'est-à-dire disposées selon une direction axiale dans le cas d'un mouvement circulaire), et sont de même polarité au sein d'une même rangée. Une alternance de polarité est réalisée entre les différentes rangées, que ce soit alternativement d'une rangée sur l'autre ou par groupes de plusieurs rangées.

10 Par châssis, il convient d'entendre entre autres, une structure support pourvue d'une culasse.

Selon l'invention, la pièce mobile comporte des nervures de maintien à section en queue d'aronde qui permettent de réaliser directement l'immobilisation mécanique des aimants permanents dans toutes les directions, à l'exception du blocage longitudinal qui est assuré par des butées mécaniques. Les aimants permanents sont ainsi parfaitement fixés, directement, sans collage, ni pièce intermédiaire ou support, et ce même à haute température.

20 Ces butées mécaniques sont par exemple des pièces de butée amovibles qui sont rapportées et fixées, de préférence par vissage, à l'extrémité des rangées d'aimants. De telles pièces de butée peuvent être fixées de chaque côté des rangées d'aimant ou préférentiellement d'un seul côté, le blocage longitudinal pouvant être réalisé de l'autre côté par un rebord, un épaulement ou autre structure analogue du châssis.

25 La fixation des aimants ou éléments magnétisables sur le châssis est entièrement mécanique et il n'est plus nécessaire d'utiliser de la colle, ni de réaliser des canaux de circulation d'air, qui présentaient les inconvénients exposés ci-dessus.

30 Selon une alternative intéressante, il est possible d'utiliser en outre une résine d'appui pour combler les interstices existant entre les aimants ou entre le châssis et les aimants, et ainsi supprimer les jeux. Cette résine d'appui est beaucoup plus souple et plus élastique que les colles rigides utilisées dans l'art antérieur, car elle ne sert pas à fixer et retenir les aimants, mais simplement à bloquer les aimants dans leur logement et à réaliser un matelas garantissant un appui homogène des aimants.

35 Avantagement, la résine d'appui utilisée peut en outre participer à la protection du châssis et des différentes pièces métalliques contre la corrosion.

Les objets assignés à l'invention sont atteints à l'aide d'une pièce

mobile porte-aimants pour machine synchrone à aimants permanents, prévue pour se déplacer en face d'un stator fixe comprenant un ensemble de bobines d'induction, pièce mobile comportant un châssis métallique et une série d'aimants permanents solidarisés avec ledit châssis, ces aimants étant disposés en rangées
5 parallèles entre elles et perpendiculaires au mouvement de la pièce mobile, rangées réparties en groupes adjacents successifs d'au moins une rangée, les aimants étant de même polarité au sein d'un même groupe et de polarité alternée successivement d'un groupe à l'autre, pièce mobile caractérisée :

10 en ce que le châssis comporte au moins deux nervures de maintien, qui s'étendent selon une direction perpendiculaire au mouvement de la pièce mobile et sont disposées de part et d'autre d'une rangée d'aimants permanents, et qui comportent chacune deux flancs inclinés leur conférant une section en forme de queue d'aronde ; et

15 en ce que les aimants permanents, situés entre ces deux nervures de maintien, comportent, au niveau de leurs chants latéraux adjacents à ces nervures de maintien, un pan incliné de forme complémentaire à celle du flanc incliné adjacent de la nervure de maintien correspondante, pan incliné par lequel ces aimants sont engagés avec la nervure de maintien correspondante de façon que
20 lesdites nervures de maintien assurent le blocage vertical et latéral de ces aimants permanents.

Selon un exemple de réalisation conforme à l'invention, la pièce mobile porte-aimants comporte une nervure de maintien entre chaque rangée d'aimants permanents.

25 Selon un exemple préférentiel de réalisation de l'invention, les nervures de maintien présentent une hauteur inférieure à la moitié de la hauteur des aimants permanents avec lesquels elles sont engagées.

Selon un exemple de réalisation conforme à l'invention, les aimants permanents comportent, au niveau de leurs chants latéraux adjacents aux nervures de maintien, un pan vertical ou un pan incliné ou bombé sortant qui succède au pan
30 incliné de forme complémentaire au flanc incliné adjacent de la nervure de maintien correspondante.

Selon un exemple de réalisation conforme à l'invention, la pièce mobile porte-aimants comporte des butées mécaniques qui empêchent le déplacement des aimants permanents selon une direction parallèle aux rangées
35 d'aimants permanents.

Ces butées mécaniques peuvent être notamment des pièces de butée amovibles, ou, des rebords ou épaulements du châssis.

Selon un exemple de réalisation conforme à l'invention de la pièce mobile porte-aimants, les pièces de butée amovibles sont fixées sur le châssis à l'extrémité des rangées d'aimants, de préférence par vissage, boulonnage, rivetage, soudage, collage, sertissage, montage en force, ou tout autre moyen approprié.

5 Dans ce cas de figure, la hauteur des pièces de butée amovible est préférentiellement inférieure à la hauteur des aimants permanents, afin de ne pas court-circuiter magnétiquement les aimants. On peut également utiliser des pièces de butée amovibles réalisées en un matériau amagnétique.

10 Selon un exemple de réalisation conforme à l'invention de la pièce mobile porte-aimants, les interstices entre les aimants ou entre le châssis et les aimants sont au moins partiellement, et de préférence entièrement, comblés par une résine d'appui.

15 Cette résine d'appui garantit un appui correct et sans jeu des aimants permanent. Par sa présence, elle participe en outre à la protection contre la corrosion.

Selon une variante préférentielle de l'invention, la résine utilisée peut avantageusement présenter des propriétés anticorrosion.

20 Selon un exemple de réalisation conforme à l'invention, la pièce mobile porte-aimants comporte au moins une nervure d'appui qui s'élève du châssis et s'étend sous ladite rangée d'aimants permanent. Cette nervure permet de surélever les aimants afin d'assurer une bonne répartition de la résine.

25 De plus, la forme particulière des chants des aimants ou pièces magnétisables permet d'obtenir une réduction puis une augmentation progressive des champs magnétiques lors du déplacement de la pièce mobile devant le stator et ainsi un adoucissement des ondulations de couple induites par le passage d'une polarité à l'autre.

30 Grâce à l'invention, on obtient un amortissement des ondulations de couple, tout en conservant un bon rendement. Il n'est plus nécessaire de placer les aimants et/ou les bobinages selon une disposition hélicoïdale, ce qui rend leur mise en place bien plus aisée et beaucoup moins coûteuse.

35 Les formes optimisées des aimants au niveau de leurs chants latéraux adjacents aux nervures de maintien, en l'occurrence la succession d'un pan incliné rentrant de forme complémentaire au flanc incliné de la nervure de maintien en queue d'aronde, et d'un pan incliné ou bombé sortant, permettent d'obtenir un gain en volume desdits aimants, qui vient s'ajouter aux gains liés à l'absence de pièces supports intermédiaires et à l'absence de canaux de circulation d'air, et contribue ainsi à leur efficacité.

La pièce porte-aimants conforme à l'invention présente en outre l'avantage de comporter des moyens de fixation n'altérant pas ou extrêmement faiblement les lignes de champ magnétique d'une machine synchrone du genre moteur ou générateur.

5 La pièce mobile porte-aimants est prévue pour se déplacer linéairement ou en rotation, dans une machine de type moteur ou générateur.

A titre d'exemple, la pièce mobile porte-aimants est un rotor de moteur de traction.

10 L'invention propose également un procédé particulièrement avantageux de fixation d'aimants sur le châssis d'une pièce mobile porte-aimants pour machine synchrone à aimants permanents, prévue pour se déplacer en face d'un stator fixe à bobinages.

15 Les objets assignés à l'invention sont atteints à l'aide d'un procédé de fixation d'aimants permanents sur un châssis d'une pièce mobile porte-aimants telle que présentée ci-dessus, procédé caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

- prévoir une butée mécanique entre deux nervures de maintien du châssis, à l'une des extrémités de ces nervures et laisser libre l'autre extrémité de ces nervures de maintien ;
- 20 - engager entre ces deux nervures de maintien, au niveau de l'extrémité libre de ces nervures de maintien, des éléments magnétisables, de façon que lesdites nervures de maintien assurent le blocage vertical et latéral de ces éléments magnétisables ;
- faire coulisser longitudinalement ces éléments magnétisables entre lesdites 25 nervures de maintien jusqu'à ce qu'ils se retrouvent en butée contre la dite butée mécanique, les éléments magnétisables formant ainsi une rangée d'éléments magnétisables, perpendiculaire au mouvement de la pièce mobile et située entre les deux nervures de maintien ;
- fixer sur le châssis une pièce de butée amovible, à l'extrémité de la rangée 30 d'éléments magnétisables située du côté de l'extrémité libre desdites nervures de maintien, cette pièce de butée amovible servant de butée mécanique empêchant le déplacement des éléments magnétisables dans la direction de la rangée d'éléments magnétisables ;
- combler au moins partiellement, au moyen d'une résine d'appui, les 35 interstices existants entre les éléments magnétisables et entre le châssis et les éléments magnétisables ;
- polymériser ladite résine d'appui. ; et

- magnétiser les éléments magnétisables de manière qu'ils constituent des aimants permanents de même polarité au sein de ladite rangée.

Les objets assignés à l'invention sont atteints, à titre de variante de mise en œuvre, à l'aide d'un procédé de fixation d'aimants permanents sur un châssis d'une pièce mobile porte-aimants telle que présentée ci-dessus, procédé caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

- prévoir une butée mécanique entre deux nervures de maintien du châssis, à l'une des extrémités de ces nervures et laisser libre l'autre extrémité de ces nervures de maintien ;
- 10 - engager entre ces deux nervures de maintien, au niveau de l'extrémité libre de ces nervures de maintien, des aimants permanents de même polarité, de façon que lesdites nervures de maintien assurent le blocage vertical et latéral de ces aimants permanents ;
- faire coulisser longitudinalement ces aimants permanents entre lesdites 15 nervures de maintien jusqu'à ce qu'ils se retrouvent en butée contre la dite butée mécanique, les aimants permanents formant ainsi une rangée d'aimants permanents de même polarité, perpendiculaire au mouvement de la pièce mobile et située entre les deux nervures de maintien ;
- fixer sur le châssis une pièce de butée amovible, à l'extrémité de la rangée 20 d'aimants permanents située du côté de l'extrémité libre desdites nervures de maintien, cette pièce de butée amovible servant de butée mécanique empêchant le déplacement des aimants permanents dans la direction de la rangée d'aimants ;
- combler au moins partiellement, au moyen d'une résine d'appui, les 25 interstices existants entre les aimants permanents et entre le châssis et les aimants permanents ; et
- polymériser ladite résine d'appui.

Grâce au procédé selon l'invention, la production des pièces mobiles porte-aimants est simplifiée, car le nombre de pièce à installer ainsi que le nombre d'étapes de fabrication ont diminués.

En effet, dans l'art antérieur, il était nécessaire de coller les aimants, puis d'ajouter des pièces de maintien mécanique pour pallier toute rupture du film de colle, ou encore de coller chaque aimant sur une pièce support intermédiaire, puis de fixer ces pièces supports intermédiaires sur le châssis, et enfin d'appliquer 35 une peinture ou un vernis sur la pièce mobile finie pour la protéger de la corrosion.

Dans le cadre de cette invention, il suffit de glisser les aimants entre les nervures de maintien, puis d'imprégner l'ensemble d'une résine qui garantit un

appui correct et sans jeu des aimants et réalise en même temps la protection anti-corrosion.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre, description faite en référence aux
5 dessins annexés, dans lesquels :

- . la figure 1 est une vue en coupe transversale d'une machine synchrone à aimants permanents constituée d'un stator extérieur et d'un rotor intérieur selon une première variante de l'invention ;
- . la figure 2 est une vue en perspective du rotor de la machine synchrone de la
10 figure 1, dans laquelle les butées mécaniques de blocage longitudinal n'ont pas été représentées ;
- . la figure 3 est une vue en coupe transversale du rotor de la figure 2 ;
- . la figure 4 est une vue en perspective d'un rotor extérieur selon une deuxième variante de l'invention ;
- . la figure 5 est une vue en perspective d'un rotor extérieur selon une troisième
15 variante de l'invention ;
- . la figure 6 est une vue en perspective du rotor de la figure 4, dans laquelle une rangée d'aimants et une pièce de butée amovible ont été représentées à l'état dissocié ;
- . la figure 7 est une vue en perspective du châssis du rotor de la figure 4,
20 représenté seul, sans les aimants permanents ;
- . la figure 8 est un agrandissement du détail encerclé sur la figure 7 ;
- . la figure 9 est une vue en coupe transversale du rotor extérieur de la figure 4 ;
- . la figure 10 est un agrandissement du détail encerclé sur la figure 9 ;
- . les figures 11 et 12 sont des vues, respectivement en perspective et en coupe
25 transversale, d'un exemple d'aimant représenté seul.

La présente invention va maintenant être décrite de façon détaillée en référence aux figures 1 à 12. Les éléments équivalents représentés sur les
30 différentes figures porteront les mêmes références numériques.

Sur les figures 1 à 3, on a représenté un premier exemple d'une machine synchrone 1 à aimants permanents selon l'invention. Cette machine synchrone 1 comprend classiquement une pièce fixe appelée stator 2 et une pièce mobile 3. La pièce mobile 3 représentée est un rotor 4 qui se déplace en tournant
35 par rapport au stator 2.

Bien que cela n'ait pas été représenté sur les différentes figures, l'invention peut s'appliquer de la même façon à une machine synchrone qui

comprend une pièce mobile 3 à déplacement linéaire.

Le stator 2 représenté sur la figure 1 est un stator extérieur qui comprend un cadre périphérique 5 en caisson, par exemple sensiblement parallélépipédique, qui renferme une chambre centrale 6, creuse de forme cylindrique, destinée à loger le rotor 4. La chambre centrale 6 cylindrique est ouverte sur chacune de ses faces circulaires 7 et délimite ainsi un volume intérieur traversant pour la réception du rotor 4.

Le stator 2 comprend également une série de bobines d'induction 8, également appelées bobinages, disposées tout autour de la chambre centrale 6 et à proximité immédiate de celle-ci de façon appropriée pour réaliser le phénomène d'induction recherché.

Dans la chambre centrale 6, se trouve la pièce mobile 3 qui, dans la variante représentée sur les figures 1 à 3, est un rotor 4 intérieur, c'est-à-dire placé à l'intérieur du stator 2.

Le rotor 4 comprend un châssis 9, préférentiellement métallique, de forme cylindrique et de diamètre légèrement inférieur à celui de la chambre centrale 6 cylindrique du stator 2.

Il comporte en outre une pluralité d'aimants permanents 10 qui sont directement fixés sur face extérieure 11 de la paroi longitudinale 12 de son châssis 9 cylindrique. Les aimants permanents 10 sont disposés en rangées 13, parallèles entre elles et orientées selon la direction axiale du cylindre, ce qui correspond à la direction perpendiculaire au mouvement du rotor 4.

Evidemment, l'invention s'applique également aux machines synchrones 1 comprenant un stator 2 intérieur et un rotor 4 extérieur.

Dans ce cas, le stator 2 est de diamètre inférieur à celui du rotor 4 et est destiné à être placé à l'intérieur de ce dernier. Les bobines d'induction du stator sont situées sur sa périphérie en direction du rotor extérieur.

Des exemples de rotors 4 extérieurs ont été représentés sur les figures 4 à 10.

Le rotor extérieur 4 comprend un châssis 9, préférentiellement métallique, de forme cylindrique qui délimite dans son volume intérieur creux un espace de réception 14 pour le stator 2.

Il comporte une pluralité d'aimants permanents 10 qui sont cette fois directement fixés sur la face intérieure 15 de la paroi longitudinale 12 de son châssis 9 cylindrique, de manière à se retrouver, en position d'utilisation, à proximité et en vis-à-vis des bobines d'induction du stator placé dans l'espace de réception 14.

Comme précédemment, les aimants permanents 10 sont disposés en rangées 13, parallèles entre elles et orientées selon la direction axiale du cylindre (direction perpendiculaire au mouvement).

5 Les aimants 10 sont préférentiellement plats et de forme générale parallélépipédique avec une faible hauteur et des bases 16 sensiblement rectangulaires ou carrées. Un exemple préférentiel d'aimant 10 a été représenté seul sur les figures 11 et 12.

10 Ces aimants 10 comportent deux chants latéraux 17, qui, lorsque les aimants sont montés sur le rotor 4, sont orientés comme les rangées 13 selon la direction axiale du cylindre, et deux chants frontaux 18 qui sont placés transversalement aux rangées 13 selon une direction tangentielle au mouvement du rotor.

15 Selon l'invention, les aimants permanents 10 comportent au niveau de leurs chants latéraux 17 un pan incliné 19 rentrant, c'est-à-dire que l'épaisseur de l'aimant diminue progressivement en allant de la base 16 destinée à être en appui contre le châssis 9 vers le haut du pan incliné 19.

20 Bien qu'il soit possible que ce pan incliné 19 se poursuive sur toute la hauteur du chant latéral 17 de l'aimant 10, il est préférentiellement limité à une hauteur inférieure à la moitié de la hauteur globale du chant latéral 17 de l'aimant 10, afin d'augmenter la quantité d'aimant présente et ainsi la surface totale d'aimantation.

Pour les mêmes raisons, ce pan incliné 19 est préférentiellement prolongé par un pan vertical ou un pan bombé sortant ou un pan incliné sortant 20, conférant au chant latéral 17 une forme générale concave.

25 Comme on peut le voir sur la vue schématique de la figure 10, les pôles magnétiques de ces aimants 10 sont situés au niveau de leurs bases 16, l'une 21 étant de polarité Nord et l'autre 22 de polarité Sud.

30 Tous les aimants permanents 10 d'une même rangée 13 sont de même polarité, c'est-à-dire qu'ils sont disposés de manière à tous présenter la base 16 de même pôle (Nord ou Sud) du même côté. Ils ont ainsi par exemple tous leur base de polarité Nord 21 dirigée vers le châssis 9 et leur base de polarité Sud 22 tournée vers le stator, formant ainsi une rangée dite « rangée Sud » 23, ou inversement leur base de polarité Sud 22 dirigée vers le châssis 9 et leur base de polarité Nord 21 tournée vers le stator, formant ainsi une rangée dite « rangée Nord » 24.

Ces rangées 13 sont réparties en groupes 25 adjacents successifs comprenant chacun une ou plusieurs rangées 13 d'aimants 10.

Au sein d'un même groupe 25, tous les aimants 10 sont de même polarité formant ainsi un « groupe Sud » 26 ou un « groupe Nord » 27. Leur polarité est par contre inversée alternativement d'un groupe 25 à l'autre, les groupes Sud 26 et les groupes Nord 27 se succédant alternativement sur
5 sensiblement toute la surface de la paroi longitudinale 12 du châssis 9.

Selon un exemple de réalisation non limitatif représenté sur la figure 4, chaque groupe 25 ne comprend qu'une seule rangée 13 d'aimants 10 de même polarité. Les rangées Sud 23 et les rangées Nord 24 se succèdent ainsi
alternativement à la surface du châssis 9.

10 Selon un autre exemple de réalisation conforme à l'invention représenté sur la figure 5, les groupes 25 comprennent chacun deux rangées 13 adjacentes d'aimants 10 de même polarité, deux rangées Nord 24 succédant successivement à deux rangées Sud 23 sur sensiblement toute la surface de la paroi
longitudinale 12 du châssis 9.

15 D'autres variantes, avec des groupes 25 comportant un nombre supérieur de rangées 13, voire même des groupes 25 dont le nombre de rangées 13 pourrait être différent d'un groupe 25 à l'autre, sont également envisageables.

Du fait de cette disposition, les aimants 10 ont tendance à se repousser mutuellement au sein d'une même rangée 13 et d'un même groupe 25,
20 mais à s'attirer d'un groupe 25 à l'autre.

Les aimants permanents 10 peuvent également être constitués d'éléments en matériau magnétisable, qui sont assemblés sur le châssis 9 à l'état non magnétisés, puis magnétisés par la suite pour devenir des aimants permanents
10 tels que décrits ci-dessus. L'assemblage est ainsi facilité dans la mesure où la magnétisation desdits éléments n'intervient qu'après leur montage sur le châssis 9.
25

Avec une telle disposition, lorsque le rotor 4 est placé en position d'utilisation en face du stator 2, les aimants permanents 10 du rotor 4 se retrouvent à proximité et en vis-à-vis des bobines d'induction 8 du stator 2 et peuvent
coopérer avec celles-ci. Le passage d'un courant électrique dans les bobines
30 d'induction 8 du stator 2 provoque un mouvement de rotation du rotor 4 dans le cas d'une machine synchrone 1 utilisée comme moteur, et la mise en rotation du rotor 4 entraîne l'apparition d'un courant alternatif dans les bobines d'induction 8 du stator dans le cas d'une machine synchrone 1 utilisée comme générateur.

Qu'il s'agisse d'un rotor 4 intérieur ou extérieur ou d'une pièce
35 mobile à déplacement linéaire, le châssis comporte un ensemble de nervures de maintien 28, qui s'étendent selon une direction perpendiculaire au mouvement de la pièce mobile, c'est-à-dire dans ce cas selon la direction axiale du rotor cylindrique

4 représenté.

Ces nervures de maintien 28 s'étendent de part et d'autre des rangées 13 d'aimants permanents 10, une nervure de maintien 28 étant préférentiellement prévue entre chaque rangées 13 d'aimants permanents 10.

5 Chaque rangée 13 d'aimants permanents 10 est ainsi avantageusement bordée par deux nervures de maintien 28, placées une de chaque côté de la rangée 13.

Ces nervures de maintien 28 s'élèvent de la paroi longitudinale 12 du châssis 9 et comportent deux flancs inclinés 29 sortants (la nervure s'élargit progressivement de sa base située au niveau du châssis 9 vers l'extrémité libre de la nervure), réunis par une face supérieure 30 sensiblement plane. Elle présente ainsi
10 une forme de section dite en « queue d'aronde ».

Une rainure de réception 31, destinée à recevoir les aimants permanents 10 d'une rangée 13 d'aimants, est ainsi délimitée entre deux nervures de maintien 28.

15 Les flancs inclinés 29 sortants des nervures de maintien 28 présentent une forme complémentaire aux pans inclinés 19 rentrants des aimants permanents 10. Ainsi, lorsque les aimants permanents 10 sont placés dans la rainure de réception 31, les pans inclinés 19 rentrants des aimants 10 se retrouvent engagés avec les flancs inclinés 29 sortants des nervures de maintien 28, ce qui a
20 pour effet de s'opposer aux déplacements latéraux et verticaux des aimants 10.

Comme on peut le voir plus particulièrement sur les figures 9 et 10, les nervures de maintien 28 assurent par leur forme géométrique spécifique le blocage vertical (ou radial) et le blocage latéral (c'est-à-dire selon une direction tangentielle au mouvement dans le cas d'un déplacement circulaire) des aimants
25 permanents 10.

Selon un mode de réalisation préférentiel de l'invention, les nervures de maintien 28 sont de hauteur inférieure à la moitié de celle des aimants permanents 10 avec lesquels elles sont engagées. De cette façon, ces nervures 28 n'atteignent pas le plan central 32 qui sépare les deux pôles des aimants 10
30 (représenté sur la figure 10), permettant ainsi d'éviter les courts-circuits magnétiques entre les aimants qui ne participeraient pas à la génération du couple électromagnétique recherché.

Selon une autre mode de réalisation envisageable, les nervures de maintien 28 peuvent être réalisées en un matériau amagnétique, par exemple en
35 acier inoxydable amagnétique. Dans ce cas, leur hauteur relative est indifférente.

Les nervures de maintien 28 peuvent par exemple être réalisées par usinage de l'intérieur du châssis 9, notamment par brochage.

Le blocage longitudinal des aimant permanents 10, c'est-à-dire selon une direction axiale perpendiculaire au déplacement, est lui assuré par des butées mécaniques 33 qui empêchent le déplacement des aimants permanents 10 selon une direction parallèle aux rangées 13 d'aimants.

5 Sur les exemples de réalisation représentés sur les figures, ces butées mécaniques 33 sont constituées d'un côté par un rebord 34 ou épaulement du châssis 9 contre lequel les aimants permanents 10 viennent buter lorsqu'ils sont engagés dans la rainure de réception 31.

10 De l'autre côté, les butées mécaniques 33 sont réalisées par des pièces de butée amovibles 35 qui sont positionnées à l'extrémité des rangées 13 d'aimants une fois les aimants 10 mis en place dans la rainure de réception 31 de manière à les empêcher de ressortir.

15 Ces pièces de butée amovibles 35 viennent mettre en pression les aimants permanents 10 qui, comme ils sont de même polarité au sein de chaque rangée 13, ont tendance à se repousser.

Bien entendu, on pourrait parfaitement envisager une variante selon laquelle les butées mécaniques 33 seraient des pièces de butée amovibles des deux côtés.

20 Les pièces de butée amovibles 35 sont de préférence directement fixées sur le châssis 9, à l'extrémité des rangées 13 d'aimants, par tout moyen approprié et par exemple par vissage, boulonnage, rivetage, soudage, collage, sertissage, montage en force ou analogue.

25 Sur les exemples non limitatifs représentés, ces pièces de butée amovibles 35 sont fixées par vissage, au moyen de vis 36. Des trous 37 et 38 sont avantageusement prévus à cet effet respectivement dans les pièces de butée amovibles 35 et dans le châssis 9. Les trous 38 sont par exemple des perçages pourvus d'un filetage pour coopérer avec les vis 36.

30 Une fois les aimants permanents 10 mis en place sur le châssis 9 et retenus par les pièces de butée amovibles 35 et les nervures de blocages 28, la pièce mobile 3 peut avantageusement être imprégnée d'une résine (non représentée) destinée à combler les interstices existant entre les aimants permanents et/ou entre les aimants permanents et le châssis 9.

35 Cette résine réalise un matelas d'appui et de calage sous et autour des aimant permanents 10 et permet ainsi de garantir un appui satisfaisant et un maintien sans jeu des aimants permanents 10 contre le châssis 9.

Par sa présence à la surface des pièces métallique qu'elle recouvre, cette résine participe en outre avantageusement à la protection contre la corrosion

de la pièce mobile 3.

Selon une variante préférentielle de l'invention, cet effet peut être encore amélioré en utilisant une résine qui présente par nature des propriétés anticorrosion.

5 Afin de faciliter la pénétration de la résine sous les aimants permanents 10, la pièce mobile 3 peut comporter en outre une ou plusieurs des nervures d'appui 39 qui s'élèvent du châssis 9 au niveau des rainures de réception 31. Ces nervures d'appui 39, de faible hauteur, sont destinées à surélever légèrement les aimants permanents 10 pour que la résine puisse passer sous les
10 aimants et se répartir correctement entre les aimants permanents 10 et le châssis 9.

Sur l'exemple de réalisation représenté sur les figures, ces nervures d'appui 39 sont au nombre de deux dans chaque rainure de réception 31 et s'étendent longitudinalement à proximité des nervures de maintien 28.

Evidemment, l'homme du métier pourrait remplacer ces nervures
15 d'appui 39 par d'autres structures saillantes de surélévation pouvant être de nombre et/ou de formes différentes.

L'invention concerne également un procédé de fixation d'aimants permanents 10 sur le châssis 9 d'une pièce mobile porte-aimants 3 telle que décrite
20 ci-dessus.

Ce procédé est mis en œuvre à l'aide des étapes suivantes :

On engage des aimants permanents 10 de même polarité, ou des éléments magnétisables, dans chaque rainure de réception 31 délimitée par deux
25 nervures de maintien 28, au niveau de l'extrémité libre de ces nervures de maintien 28.

On fait coulisser longitudinalement ces aimants permanents 10, ou ces éléments magnétisables, entre les nervures de maintien 28 jusqu'à ce qu'ils se retrouvent en butée contre le rebord 34.

Les aimants permanents 10, ou éléments magnétisables, forment ainsi des rangées 13 d'aimants permanents 10 ou d'éléments magnétisables,
30 perpendiculaires au mouvement de la pièce mobile 3. Ces rangées 13 sont situées entre les nervures de maintien 28 qui assurent le blocage vertical et latéral des aimants permanents 10 ou des éléments magnétisables.

On fixe sur le châssis 9 des pièces de butée amovibles 35, à l'extrémité libre de chaque rangée 13 d'aimants permanents ou éléments
35 magnétisables. Ces pièces de butée amovibles 35 servent à empêcher les aimants permanents 10 ou éléments magnétisables de ressortir.

On imprègne l'ensemble avec une résine d'appui qui vient combler

les interstices existants entre le châssis 9 et les aimants permanents 10 ou éléments magnétisables.

On polymérise la résine d'appui.

5 Dans le cas d'éléments magnétisables, on réalise une étape supplémentaire consistant à magnétiser ces éléments magnétisables de manière qu'ils constituent des aimants permanents 10 de même polarité au sein de chacune des rangée 13.

10 De manière évidente, l'invention ne se limite pas aux modes de réalisation préférentiels décrits précédemment et représentés sur les différentes figures, l'homme du métier pouvant y apporter de nombreuses modifications et imaginer d'autres variantes sans sortir ni de la portée, ni du cadre de l'invention définis par les revendications.

REVENDICATIONS

1. Pièce mobile (3) porte-aimants pour machine synchrone (1) à aimants permanents, prévue pour se déplacer en face d'un stator (2) fixe
5 comprenant un ensemble de bobines d'induction (8), pièce mobile (3) comportant un châssis (9) métallique et une série d'aimants permanents (10) solidarisés avec ledit châssis (9), ces aimants (10) étant disposés en rangées (13) parallèles entre elles et perpendiculaires au mouvement de la pièce mobile (3), rangées (13) réparties en groupes (25) adjacents successifs d'au moins une rangée (13), les
10 aimants permanents (10) étant de même polarité au sein d'un même groupe (25) et de polarité alternée successivement d'un groupe (25) à l'autre, pièce mobile **caractérisée**

en ce que le châssis (9) comporte au moins deux nervures de maintien (28), qui s'étendent selon une direction perpendiculaire au mouvement de
15 la pièce mobile (3) et sont disposées de part et d'autre d'une rangée (13) d'aimants permanents (10), et qui comportent chacune deux flancs inclinés (29) leur conférant une section en forme de queue d'aronde ; et

en ce que les aimants permanents (10), situés entre ces deux nervures de maintien (28), comportent, au niveau de leurs chants latéraux (17)
20 adjacents à ces nervures de maintien (28), un pan incliné (19) de forme complémentaire à celle du flanc incliné (29) adjacent de la nervure de maintien (28) correspondante, pan incliné (19) par lequel ces aimants permanents (10) sont engagés avec la nervure de maintien (28) correspondante de façon que lesdites nervures de maintien (28) assurent le blocage vertical et latéral de ces aimants
25 permanents (10).

2. Pièce mobile (3) porte-aimants selon la revendication 1 caractérisée en ce qu'elle comporte une nervure de maintien (28) entre chaque rangée (13) d'aimants permanents (10).

3. Pièce mobile (3) porte-aimants selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisée en ce que les nervures de maintien (28) présentent une hauteur inférieure à la moitié de la hauteur des aimants permanents (10) avec lesquels elles sont engagées.
30

4. Pièce mobile (3) porte-aimants selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisée en ce qu'elle comporte des butées mécaniques (33) qui empêchent le déplacement des aimants permanents (10) selon
35 une direction parallèle aux rangées (13) d'aimants permanents (10).

5. Pièce mobile (3) porte-aimants selon la revendication 4

caractérisée en ce que les butées mécaniques (33) sont des pièces de butée amovibles (35), ou, des rebords (34) ou épaulements du châssis (9).

5 6. Pièce mobile (3) porte-aimants selon la revendication 5 caractérisée en ce que les pièces de butée amovibles (35) sont fixées sur le châssis (9) à l'extrémité des rangées (13) d'aimants permanents (10) par vissage, boulonnage, rivetage, soudage, collage, sertissage ou montage en force.

10 7. Pièce mobile (3) porte-aimants selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisée en ce que les aimants permanents (10) comportent, au niveau de leurs chants latéraux (17) adjacents aux nervures de maintien (28), un pan vertical ou un pan incliné (20) ou bombé sortant qui succède au pan incliné (19) de forme complémentaire au flanc incliné (29) adjacent de la nervure de maintien (28) correspondante.

15 8. Pièce mobile (3) porte-aimants selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisée en ce que les interstices entre les aimants permanents (10), ou entre le châssis (9) et les aimants permanents (10) sont au moins partiellement comblés par une résine d'appui.

20 9. Pièce mobile (3) porte-aimants selon la revendication 8 caractérisée en ce que la résine d'appui est une résine qui présente des propriétés anticorrosion.

20 10. Pièce mobile (3) porte-aimants selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisée en ce qu'elle comporte au moins une nervure d'appui (39) qui s'élève du châssis (9) et s'étend sous ladite rangée (13) d'aimants permanent (10).

25 11. Pièce mobile (3) porte-aimants selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisée en ce qu'il s'agit d'une pièce mobile à déplacement linéaire ou tournant, pour une machine de type moteur ou générateur.

12. Pièce mobile (3) porte-aimants selon l'une quelconque des revendications précédentes caractérisée en ce qu'il s'agit d'un rotor (4) de moteur de traction.

30 13. Procédé de fixation d'aimants permanents (10) sur un châssis (9) d'une pièce mobile (3) porte-aimants conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

- 35
- prévoir une butée mécanique (33) entre deux nervures de maintien (28) du châssis (9), à l'une des extrémités de ces nervures de maintien (28) et laisser libre l'autre extrémité de ces nervures de maintien (28) ;
 - engager entre ces deux nervures de maintien (28), au niveau de l'extrémité libre de ces nervures de maintien (28), des éléments magnétisables ou des

aimants permanents (10) de même polarité, de façon que lesdites nervures de maintien (28) assurent le blocage vertical et latéral de ces éléments magnétisables ou aimants permanents (10) ;

- 5 - faire coulisser longitudinalement ces éléments magnétisables ou aimants permanents (10) entre lesdites nervures de maintien (28) jusqu'à ce qu'ils se retrouvent en butée contre la dite butée mécanique (33), les éléments magnétisables ou aimants permanents (10) formant ainsi une rangée (13) d'éléments magnétisables ou aimants permanents (10), perpendiculaire au mouvement de la pièce mobile (3) et située entre les deux nervures de maintien (28) ;
- 10 - fixer sur le châssis (9) une pièce de butée amovible (35), à l'extrémité de la rangée (13) d'éléments magnétisables ou aimants permanents (10) située du côté de l'extrémité libre desdites nervures de maintien (28), cette pièce de butée amovible (35) servant de butée mécanique empêchant le déplacement
- 15 des éléments magnétisables ou aimants permanents (10) dans la direction de la rangée (13) d'éléments magnétisable ou aimants permanents (10) ;
- combler au moins partiellement, au moyen d'une résine d'appui, les interstices existants entre les éléments magnétisables ou aimants permanents (10), et entre le châssis (9) et les éléments magnétisables ou aimants permanents (10) ;
- 20 - polymériser ladite résine d'appui ;
- et, dans le cas où l'on utilise des éléments magnétisables, magnétiser les éléments magnétisables de manière qu'ils constituent des aimants permanents (10) de même polarité au sein de ladite rangée (13).

25 14. Machine synchrone (1) à aimants permanents (10), caractérisée en ce qu'elle comporte une pièce mobile (3) porte-aimants conforme à l'une quelconque des revendications 1 à 12.

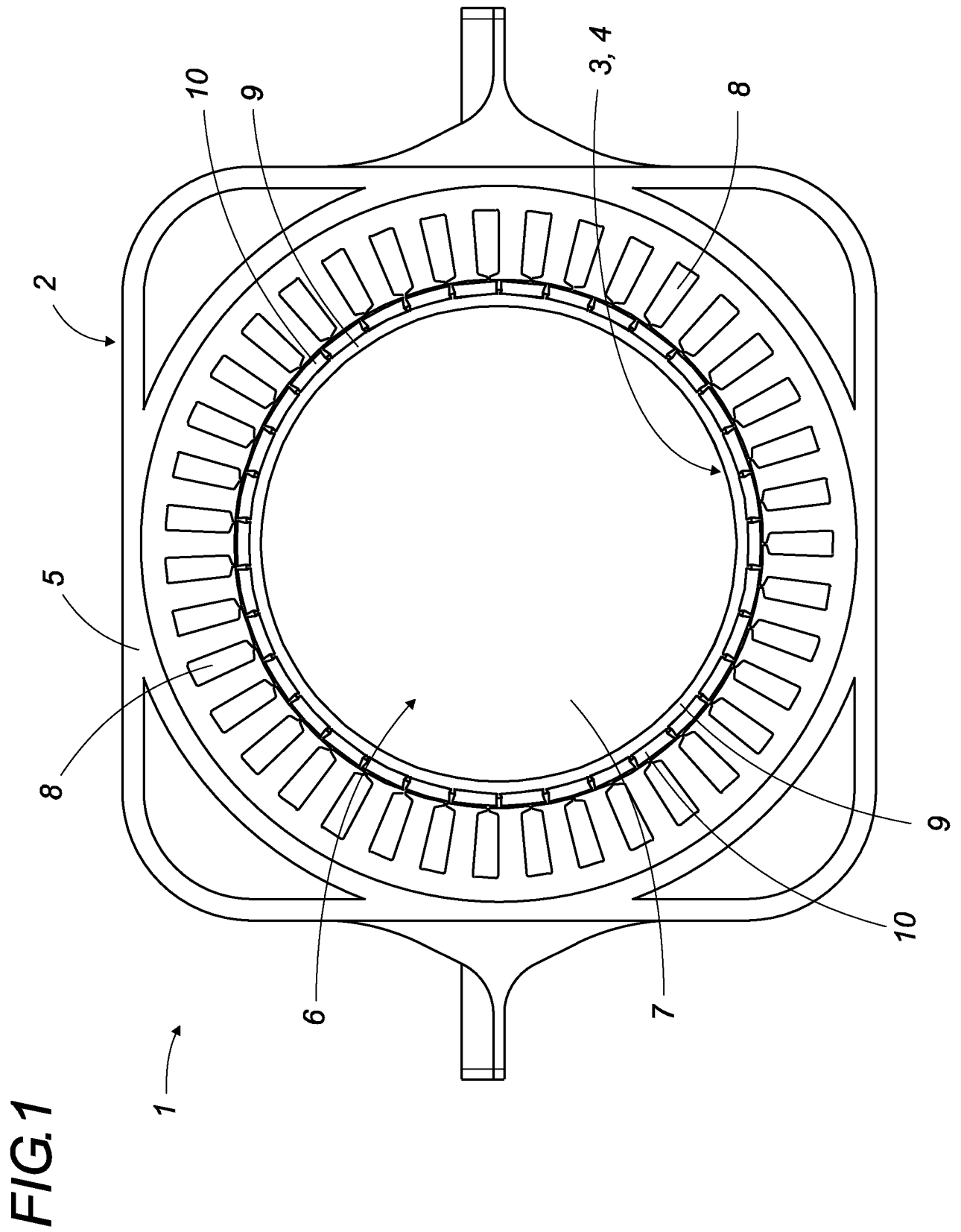


FIG.2

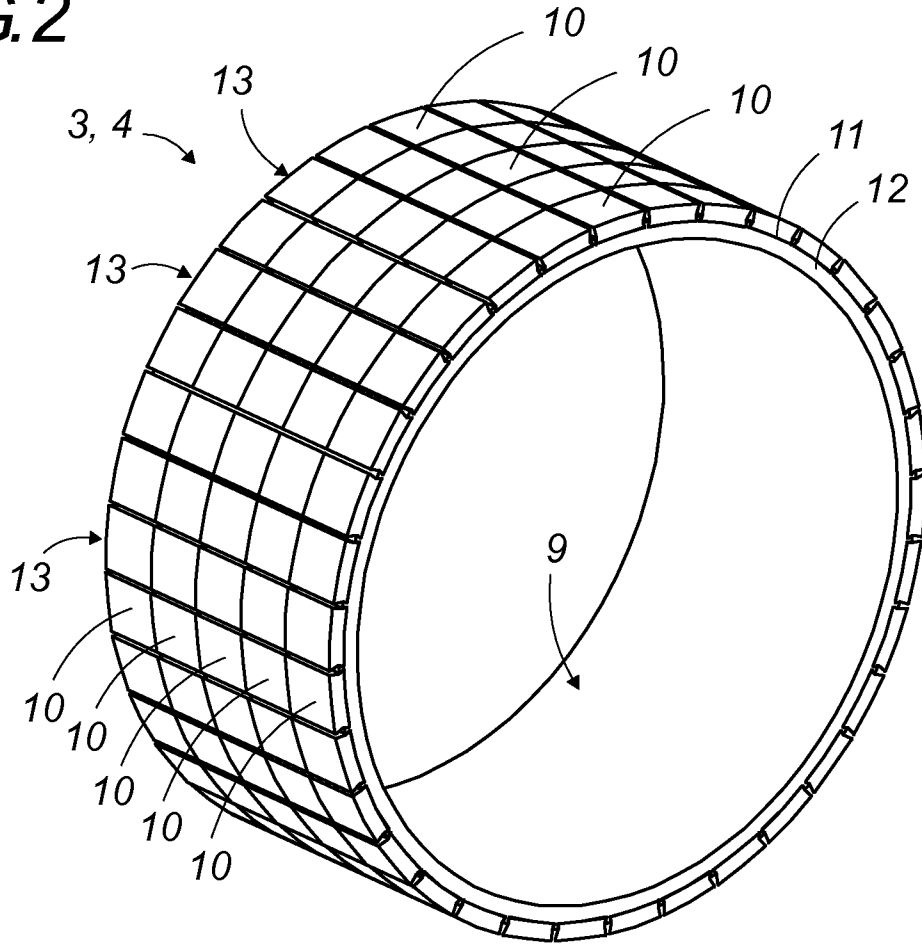


FIG.3

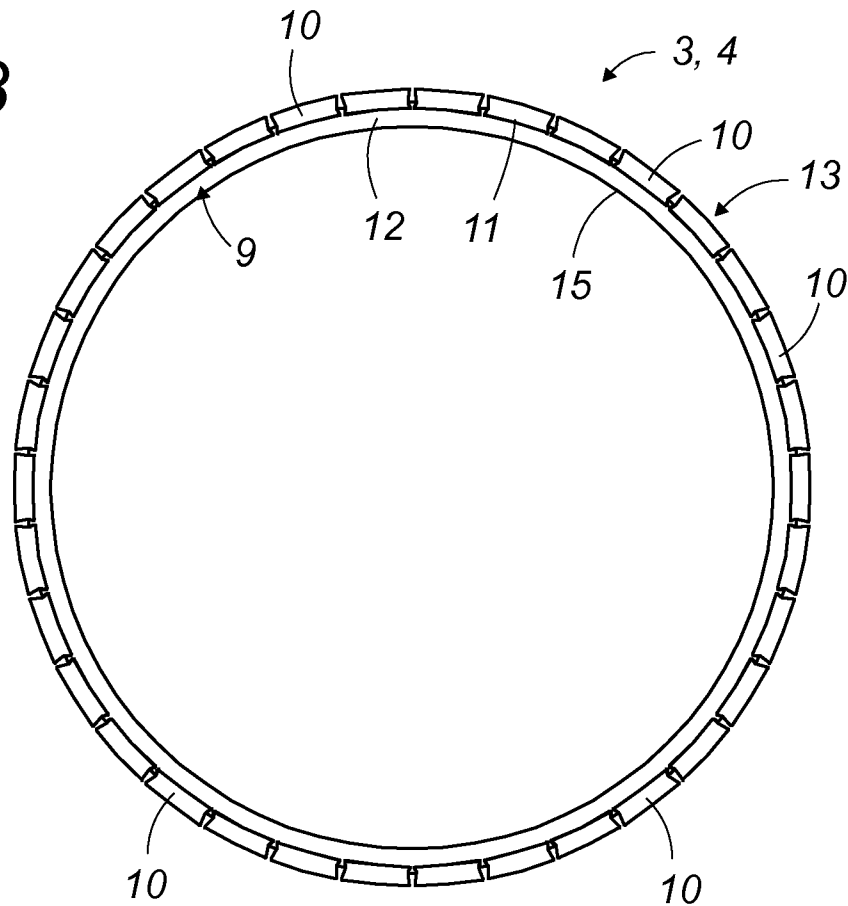


FIG. 4

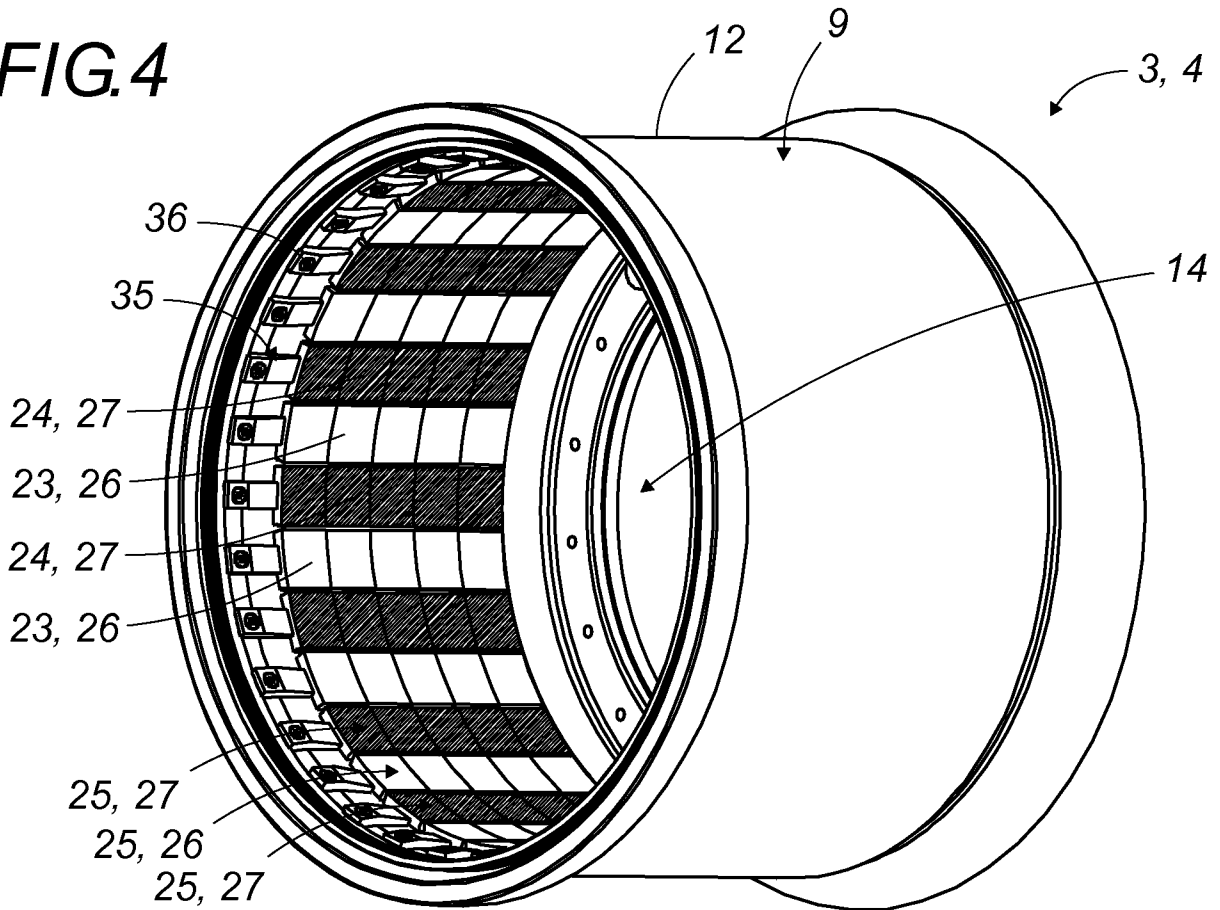


FIG. 5

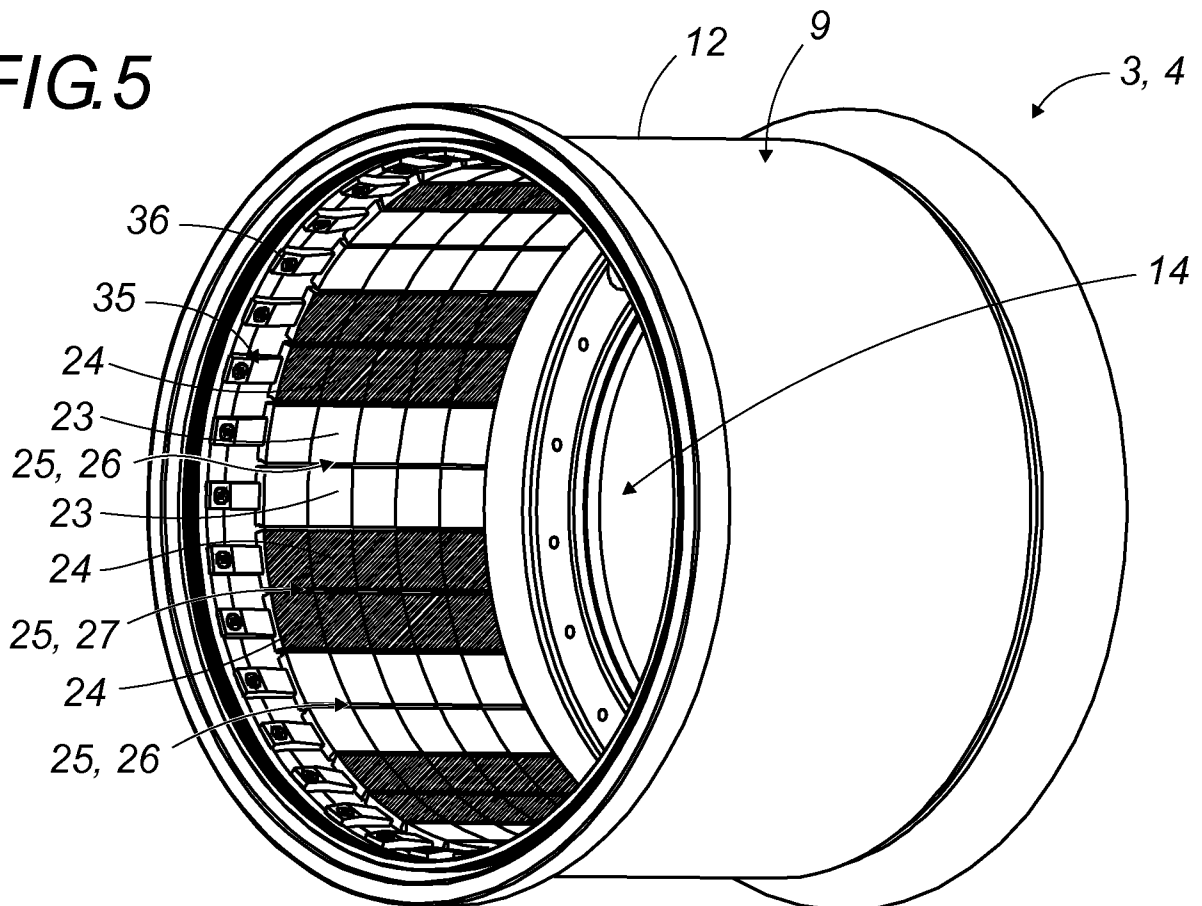


FIG.7

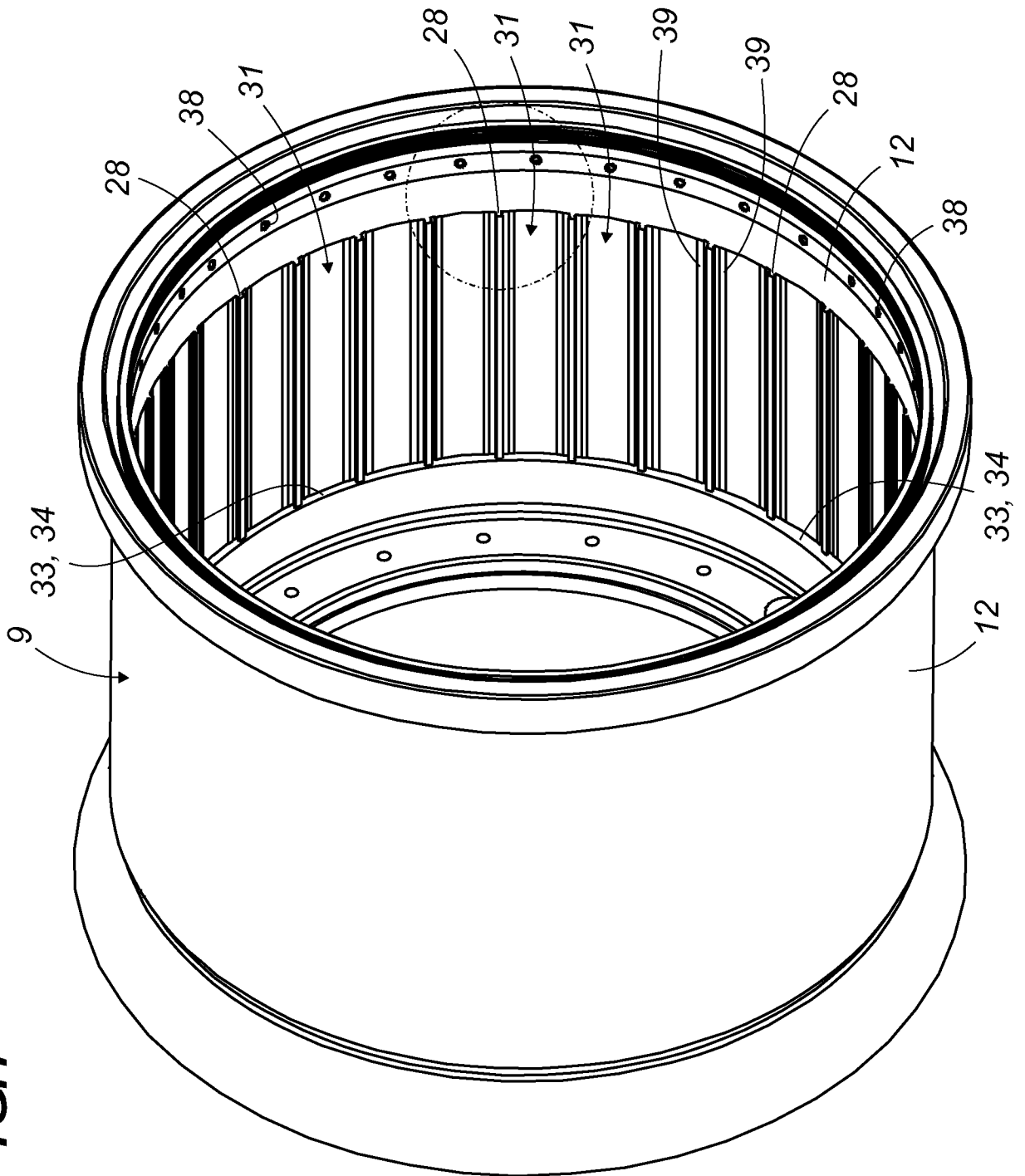


FIG.11

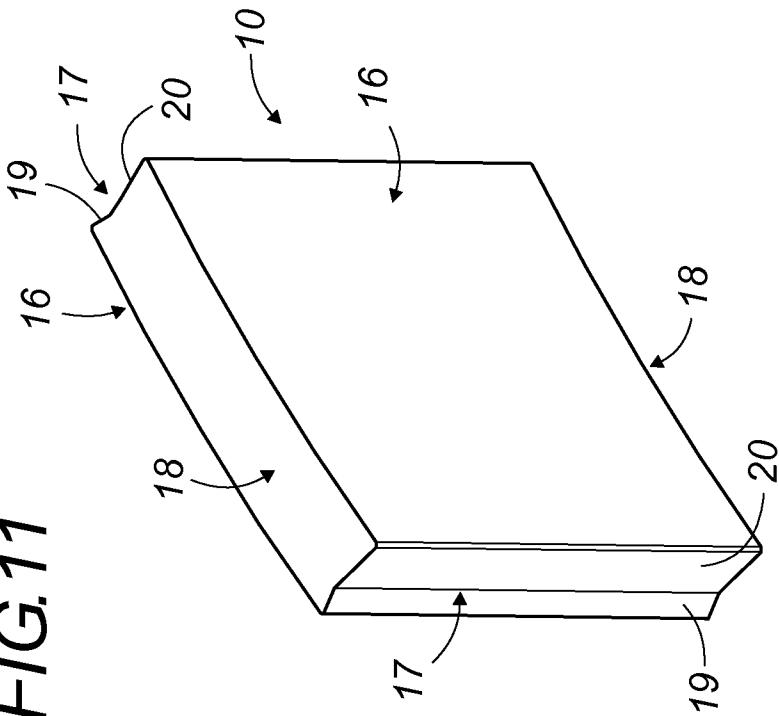


FIG.12

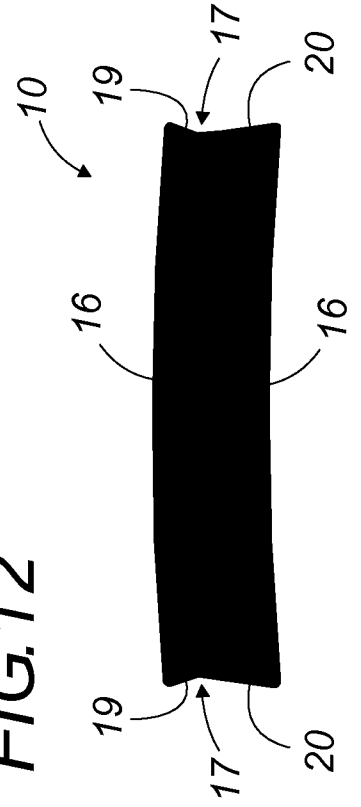
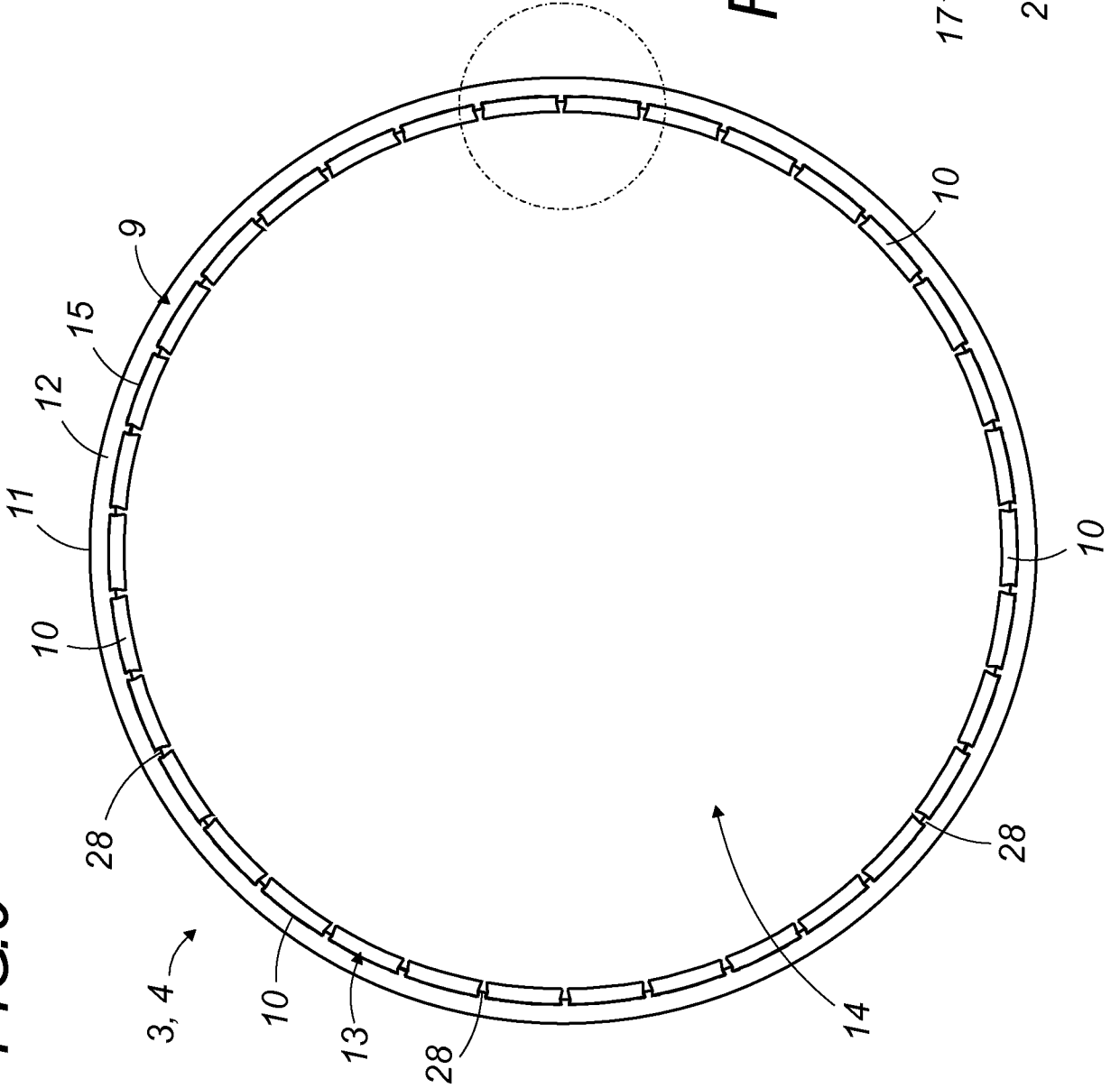


FIG.9



7/7

FIG. 8

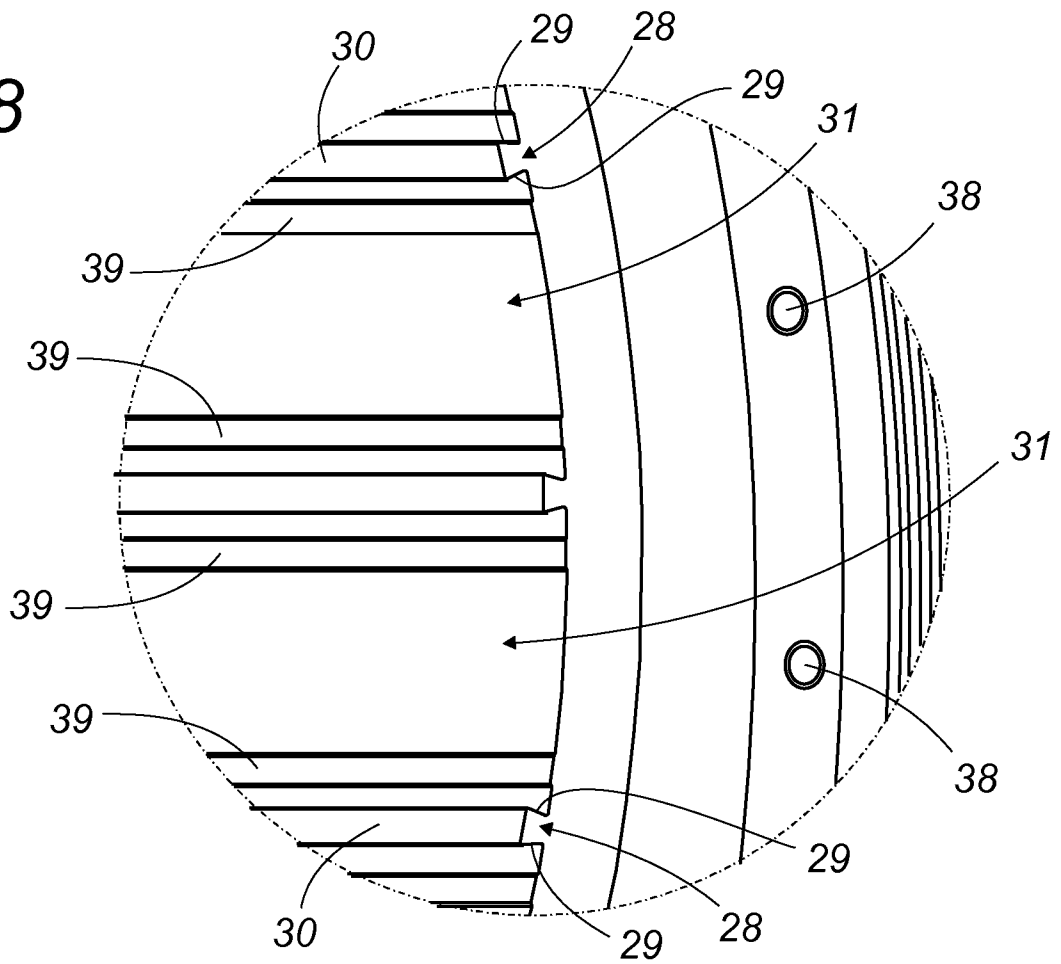


FIG. 10

