

(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
28 décembre 2017 (28.12.2017)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2017/220939 A1

(51) Classification internationale des brevets :

H02K 1/24 (2006.01) *H02K 3/28* (2006.01)
H02K 1/16 (2006.01) *H02K 3/12* (2006.01)
H02K 19/10 (2006.01) *H02K 1/14* (2006.01)
H02K 19/22 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/FR2017/051661

(22) Date de dépôt international :

22 juin 2017 (22.06.2017)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

1655891 23 juin 2016 (23.06.2016) FR

(71) **Déposant : VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR** [FR/FR] ; 2 rue André Bouille, 94046 CRETEIL CEDEX (FR).

(72) **Inventeurs : LABBE, Nicolas** ; C/O VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR, 10, Rue du Revolay, 38070 ST QUENTIN FALLAVIER (FR). **SAVINOIS, Olivier** ; C/O VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR, 2, rue André-Bouille, 94046 CRETEIL CEDEX (FR).

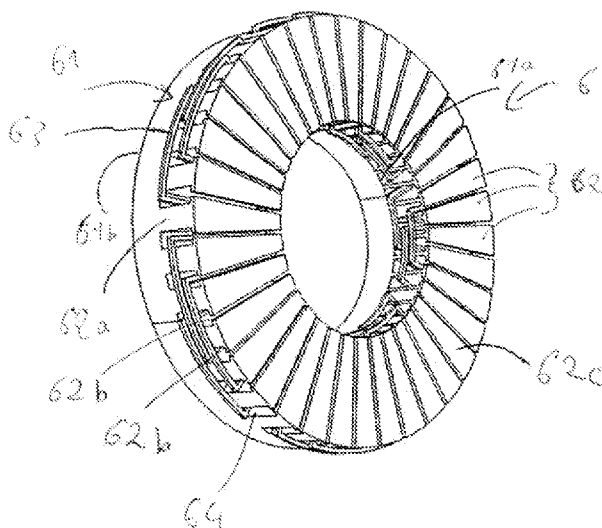
(74) **Mandataire : VAUFLEURY, Guillaume** ; VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES MOTEUR, 2, rue André Bouille, 94046 CRETEIL CEDEX (FR).

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ,

(54) **Title:** WOUND ARMATURE OF AN ELECTRICAL MACHINE WITH AXIAL AIR GAP

(54) **Titre :** INDUIT BOBINE D'UNE MACHINE ELECTRIQUE A ENTREFER AXIAL

Figure 6b



(57) **Abstract:** The invention relates to an armature for a rotary electrical machine with axial flux or axial transverse, comprising: a plurality of teeth; a winding forming the electrical circuit of the armature comprising at least three phases, each of the phases comprising at least one conductor, the conductor comprising: at least two active strands each located in the respective notch thereof between teeth of the armature iron part; and a connection portion connecting two active strands, the active strands being defined by the portion of the connector in the notch; in which the connection portion or the set of connection portions of the conductors form a phase, between each notch comprising an active phase strand, a conductor bundle forming an inner or outer winding overhang relative to the armature iron part and characterised in that the inner or outer conductor bundles are axially stacked with the inner and outer bundles, respectively,

EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

Publiée:

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

of other phases.

(57) Abrégé : induit pour machine électrique tournante à flux axial ou transverse axial comprenant: -une pluralité de dents -un bobinage formant le circuit électrique de l'induit comprenant au moins trois phases, chacune des phases comprenant au moins un conducteur, le conducteur comprenant: -au moins deux brins actifs situées chacune dans leur encoche respectif entre des dents de la pièce fer d'induit et -une partie de connexions connectant deux brins actifs, les brins actifs étant délimités par la portion du conducteur dans l'encoche, -dans lequel la partie de connexion ou l'ensemble des parties de connexion des conducteurs formant une phase, entre chaque encoche comprenant un brin actif de phase, un faisceau de conducteur formant une tête de bobine interne ou externe par rapport à la pièce fer d'induit et caractérisé en ce que les faisceaux interne ou externe de conducteur d'une phase sont empilées axialement avec les faisceaux respectivement interne ou externe de d'autres phases.

Induit bobiné d'une machine électrique à entrefer axial

La présente invention concerne les induits bobinés de machines électriques tournantes, notamment les machines électriques tournantes pour véhicule automobile, en particulier terrestre.

Dans l'état de la technique, il existe deux grandes familles d'induits à noyau de fer bobiné, dit induits bobiné, de moteur électrique.

La plus répandue est la famille d'induits bobiné de moteurs électriques à flux radial dont la surface d'entrefer est de forme cylindrique, par exemple les induits de moteurs de démarreurs. Les machines électriques à flux radial sont les plus utilisées pour les démarreurs de véhicule. Les figures 1A et 1B représentent schématiquement une coupe dans un plan perpendiculaire à un axe de rotation, d'une machine électrique à flux radial, appelée aussi à champ radial. La machine électrique 1 de la figure 1A comprend un stator 10 comprenant des bobines inductrices 101 et une culasse 102 formant l'inducteur 100. La machine électrique 1 comprend en outre un rotor 11 entouré par le stator 10. Le rotor 11 comprend un induit 110 et un arbre de rotor 111.

La figure 2a représente schématiquement l'effet magnétique de deux bobines inductrices 101 et 101' (fig.2b) telles que celle de la machine 1. Dans ce mode de réalisation l'inducteur comprend quatre pôles et donc quatre bobines d'inducteur dont seulement deux sont visibles sur la figure 3b. Sur cette figure 3b, un cylindre est dessiné représentant schématiquement le rotor 11. Chacune des bobines inductrices 101 et 101' entoure une pièce polaire non représentée. La bobine inductrice 101 produit avec la pièce polaire un pôle Nord vers l'entrefer, la lettre N sur la figure représente la polarité Nord. La bobine inductrice 101, située à 90° de la bobine inductrice 101, produit avec la pièce polaire un pôle Sud vers l'entrefer, la lettre S sur la figure représente la polarité Sud. Un autre pôle Nord est situé à 180° du pôle Nord de la bobine 101 représenté par la lettre N et un autre pôle Sud est situé à 180° mécaniquement ou 360° électriquement, du pôle sud de la bobine 101' représenté par la lettre S.

La figure 2a représente des tubes de flux produits par les bobines inductrices de la machine électrique 1. Chacun des tubes de flux forment une boucle dans un plan perpendiculaire à l'axe. Dans un même plan, quatre boucles 12 et 12' de flux associés chacun aux quatre pôles sont représentés dans la figure 3a. Deux boucles de flux 12' d'un pôle Nord vers le pôle Sud tournent en sens contraire, pour aller du pôle nord vers les deux pôles Sud contigus, d'une boucle de flux 12 d'un pôle sud vers le pôle nord. Ces boucles de flux avec le champ magnétique produit par l'induit permettent de faire tourner le rotor de la machine électrique. Dans une machine à flux radial, il y a des boucles tournant dans une multitude de

plans perpendiculaires à l'axe. Seulement deux plans perpendiculaires à l'axe de rotation sont représentés en figure 2a.

Entre le rotor et le stator il y a un espace appelé entrefer. Chaque boucle de flux passe du stator au rotor par l'entrefer une première fois puis et du rotor au stator par l'entrefer une
5 seconde fois dans le même plan radial.

Les machines électriques à flux radial sont donc constituées d'un inducteur et d'un induit dont les éléments sont tous empilés radialement i.e à différents niveaux de rayons. Par éléments on entend, culasse statorique, culasse rotorique, bobines ou aimants inducteurs.

Les machines électriques à inducteur bobiné à flux radial ou axial comprennent des chignons (ou têtes de bobines) respectivement axiaux ou radiaux. En d'autres termes, les machines à flux radial sont dites machine 2D, dont la boucle de flux circule dans un plan perpendiculaire à l'axe, en particulier aux droits des tôles du paquet de tôles. Autrement dit,
15 chacune des boucle est bidimensionnelle, appelée aussi courbe plane.

L'inconvénient de la première famille, c'est que les bobines de l'inducteur ont des têtes de bobines. Ces têtes ont pour fonction uniquement de raccorder les parties de bobines logées dans les encoches séparées par des pièces pour former des ampères tours et donc le flux
20 nécessaire à travers chacune des pièces polaires.

Chacune des têtes de bobines rajoute de la longueur à la bobine. Cette longueur non utile pour les ampères tours (par référence à l'application du théorème d'Ampère) introduit de la résistance dans la bobine. Cette résistance diminue la puissance utile du moteur du fait des
25 pertes RI^2 . Autrement dit, plus les têtes de bobines sont importantes plus le rendement de la machine électrique est faible et plus, à niveau de RI^2 donné, il faut loger des conducteurs de plus grosses sections dans les encoches ce qui se fait au détriment du flux par pôle et/ou par dent d'induit.

Une solution connue est d'augmenter le volume de matériaux actif, ici la section du fil conducteur, par exemple du cuivre, cependant soit à densité de couple volumique on a moins de couple du fait d'un nombre d'ampères tours plus petit soit on augmente le volume pour le même couple. Une telle solution augmente le volume de la tête de bobine et donc la quantité de cuivre est plus importante engendrant un surcoût et une sur masse.

De plus, une telle forme cylindrique impose une machine étendue significativement selon la direction axiale.

Dans toutes ces différentes machines, le stator comprend un induit ou un inducteur comprenant des bobines ayant des chignons.

Pour diminuer le coût des conducteurs et le poids de la machine électrique, cuivre ou aluminium, on cherche à diminuer la taille de ces chignons, notamment par le biais d'épingles.

Une des solutions connues pour supprimer ces chignons, sont les machines à flux transversal comprenant des inducteurs à aimant et des induits à griffes comprenant une bobine solénoïde d'induit entourant l'axe de rotation entre deux griffes voisines. Cette solutions ne résout ni le problème de coût du fait des aimants plus onéreux à iso performance que le cuivre ou l'aluminium ni le problème d'adaptabilité du fait du niveau d'induction en Tesla figé par les aimants.

La seconde famille est la famille d'inducteur bobiné de moteur électrique à flux transversal de forme cylindrique avec induit à flux radial. La figure 3a montre schématiquement un inducteur 3 à flux transversal. On appelle inducteur à flux transversal lorsqu'il y a coexistence de directions radiale et axiale de tubes de flux, les figures 3C et 3D montrent ces tubes de flux 31 ayant des composantes radiales 311 et axiales 312. Ces machines à flux transversal ont des boucles de flux non contenue dans un plan. Autrement dit, chacune des boucles est tridimensionnelle, appelée courbe gauche, par opposition à courbe plane. Par exemple, il existe des alternateurs ou alterno-démarreur pour automobile comprenant un inducteur rotor 3 comprenant une bobine inducteur 32 et deux demi-pièces polaires 30 comprenant des griffes 303. Les deux pièces polaires 30 sont assemblées ensemble pour enfermer la bobine 32 par le biais des griffes 303. Sur la figure 3C, seule une portion de l'inducteur est représentée sans la bobine 32. Un induit stator 300 est représenté schématiquement sur la figure 3C. L'induit stator 300 comprend des bobines (non représentée complètement) induit bobinées dans des encoches de plusieurs tôles encochées. Les bobines de l'induit convertissent la variation de flux lorsque l'inducteur rotor 3 tourne en tension induite générant ainsi du courant électrique. L'inducteur rotor 3 comporte un arbre rotor 34.

La boucle de flux 31 passe donc dans un premier plan radial d'une première roue polaire puis axialement dans une première griffe puis radialement dans l'entrefer entre le rotor et le stator puis dans le stator dans un plan axial avec des composantes axiales et radiales puis une seconde fois dans un plan radial traversant l'entrefer une seconde fois puis dans une seconde griffe décalée de la première griffe et enfin dans un plan radial d'une deuxième roue polaire. Par plan radial on entend un plan perpendiculaire à l'axe X de rotation de la machine et un plan axial un plan comprenant l'axe X.

Un inconvénient de cette deuxième famille est la difficulté de bobiner pour du flux radial l'induit adapté à ce type d'inducteur. En effet il est difficile d'insérer le ou les conducteurs dans des encoches parallèles à l'axe ainsi que de connecter ces conducteurs (par

exemple épingles) ou de réaliser un ordre d'insertions de manières à entrecroiser les conducteurs dans le chignon pour diminuer la taille du chignon.

De plus, les rotors inducteurs à griffes ne peuvent aller au-delà d'une certaine vitesse du rotor du fait des griffes qui se déforment par la force centrifuge.

5 Ces deux types d'inducteurs bobinés sont encombrants axialement. Il existe des inducteurs à flux axial qui prennent moins de place axialement mais sont à aimants et donc sont limités aux types d'aimants. Cette solution ne résout ni le problème de coût du fait des aimants plus onéreux à iso performance que le cuivre ou l'aluminium ni le problème d'adaptabilité du fait du niveau d'induction en Tesla figé par les aimants.

10 Il y a un besoin d'avoir des machines simples de fabrication et de diminuer le volume du moteur électrique dans la direction axiale.

À iso performance, les surfaces d'entrefer des machines à flux radial ont un diamètre plus petit et une longueur axiale plus grande que les machines à flux axial.

15 L'invention résout ces différents problèmes à iso performance.

Un aspect de l'invention concerne un induit pour machine électrique tournante à flux axial ou transverse axial décrit précédemment comprenant :

- une pièce fer d'induit formant le circuit magnétique de l'induit comprenant

- une couronne ayant une face arrière et une face avant, la couronne

20 comprend une ouverture centrale comprenant un axe X traversant de la face avant à la face arrière ,

- une pluralité de dents comprenant une portion s'étendant à partir de la face avant axialement, chacune des dents ayant une surface externe , adapté à être face à un inducteur, les portions des dents formant entre elle des encoches,

25 - un bobinage formant le circuit électrique de l'induit comprenant au moins trois phases, chacune des phases comprenant au moins un conducteur, le conducteur comprenant :

- au moins deux brins actifs situées chacune dans leur encoche respectif entre des dents de la pièce fer d'induit et

30 - une partie de connexions connectant deux brins actifs, les brins actifs étant délimités par la portion du conducteur dans l'encoche,

- dans lequel la partie de connexion ou l'ensemble des parties de connexion des conducteurs formant une phase forme, entre chaque encoche comprenant un brin actif de phase, un faisceau de conducteur formant une tête de bobine interne ou externe par rapport à la pièce fer d'induit et caractérisé en ce que les faisceaux de bobine interne ou externe de conducteur d'une phase est empilée uniquement axialement avec les faisceaux respectivement interne ou externe de d'autres phases.

35

40 Du fait de l'insertion suivant la direction axiale, le conducteur peut être tassé sans être endommagé contrairement au cas de l'art antérieur. En outre la totalité de l'enroulement

d'induit peut être introduite dans les encoches en un seul, simple mouvement rectiligne le long de l'axe de la machine : à plat face à une surface plane. Ainsi, il est plus facile d'avoir un bon taux de remplissage de cuivre de chacune des phases dans les encoches. Une telle machine électrique est donc à la fois plus facile à réaliser et a un meilleur taux de remplissage d'encoche.

- 5 Selon un mode de réalisation, le conducteur comprend un fil continu passant au moins N fois dans la même encoche, N étant supérieure ou égale à 2, dans lequel les N parties de connexion externe et les N parties de connexion interne sont alignées axialement de façon identique aux N brins actifs dans l'encoche.

- 10 Ainsi, la production est simple de réalisation et les pertes joules sont diminuées, du fait qu'on a pas à reproduire des chignons par vrillage de type complexe, à angles multiples, et similaire à ce qui existe en flux radial pour gagner de l'encombrement radiale;

En effet, les têtes de bobines d'un enroulement d'induit ne servent qu'à connecter des conducteurs actifs en encoches et pour cela elles occasionnent de la résistance électrique supplémentaire, d'où des pertes $R.I^2$.

- 15 Dans lequel, chaque partie de connexion entre les brins actifs dans deux encoches différentes sont dans le même plan que le plan des brins actifs correspondants s'étendant de la partie de connexion correspondante.

Cela permet de réaliser, les têtes de bobine au plus court, en passant par le plus court chemin possible, d'où une résistance subie minimale.

- 20 En effet, un tel bobinage des chignons (partie de connexion) implique certes un encombrement axial supérieur à un empilement où l'on croise et déforme les parties de connexion mais gagne en résistance pertes joules.

- 25 Selon un mode de réalisation, le bobinage de l'induit est un bobinage ondulé et en ce que l'induit comprend au moins une première phase comprenant le conducteur passant dans les trois encoches,

-comprenant N brins actifs dans chacune des trois encoches, les N brins actifs étant de la phase empilés axialement dans l'encoche,

- 30 -le brin actif dans l'encoche au milieu des deux autres encoches le plus proche de la couronne par rapport à l'autre ou aux autres brins actifs dans l'encoche, s'étend au-delà de cette encoche par une première partie de connexion interne et une première partie de connexion externe,

-le brin actif dans une des deux autres encoches s'étendant de cette première partie de connexion interne est le plus proche de la couronne par rapport à l'autre ou aux autres brins actifs dans cette encoche et

- 35 -en ce que l'autre brin actif s'étendant à partir de la seconde partie de connexion externe est le plus proche de la couronne par rapport à l'autre ou aux autres brins actifs de cette encoche.

Cela permet d'avoir pour cette phase au moins un empilement axial de N tours du conducteur alignés axialement successivement dans l'encoche et donc un développé de phase le plus petit possible. Un développé étant la longueur du conducteur pour un tour.

5 Selon un mode de réalisation, au moins une première phase comprend un empilement axial de N tours du conducteur alignés axialement successivement dans toutes les encoches comprenant le conducteur de la phase.

Selon un mode de réalisation, le conducteur pouvant comprendre un premier et un deuxième fils reliés électriquement en parallèle et bobinée en même temps de manière à avoir dans chaque encoche une succession de couche axiale des deux fils.

10 Selon un mode de réalisation, toutes les phases comprennent un empilement axial de N tours du conducteur alignés axialement successivement dans toutes les encoches comprenant le conducteur de la phase et en ce que chaque phase sont empilées les unes après les autres.

15 Selon un mode de réalisation, l'induit comprend deux systèmes tri-phasés et en ce que les parties de connexions d'une phase d'un triphasé se situe axialement entre des parties de connexion de deux autres phases de l'autre triphasé.

Selon un mode de réalisation, chacun des faisceaux épouse la forme externe circonférentielle de la pièce de fer de l'induit.

20 Ainsi, chaque faisceau de chaque phase de bobinage peut être le plus court possible. Ainsi il y a le moins possible de longueur de faisceau de partie de connexion. Ainsi la résistance de la machine électrique est réduite. Il s'en suit que la machine électrique perd moins par effet joule pour une quantité de cuivre donnée.

25 Ainsi, l'induit de la machine électrique a un intérêt par rapport à un induit tel que sur la figure 3b d'un alternateur à griffes, en ce qu'il n'est pas nécessaire de replier la phase 63a telle que sur la figure 6D dans le stator. Il s'en suit que l'insertion du bobinage dans la pièce polaire de l'induit est plus facile à réaliser. De plus du fait de l'insertion facile à réaliser, la longueur de la portion utile de la bobine avant assemblage correspond à la longueur de la portion utile dans l'encoche, contrairement

30 à l'art antérieur du fait du basculement seulement une portion de cette portion était dans l'encoche, le reste étant dans le chignon. De plus, du fait du basculement dans l'art antérieur et du frottement lors de l'insertion du fil de cuivre dans les encoches de l'art antérieur, le cuivre ne pouvait pas être tassé comme dans le cas de l'induit selon l'aspect de l'invention. En effet, du fait de l'insertion axiale, le conducteur peut être

35 tassé sans être endommagé comme dans l'art antérieur. Ainsi, il est plus facile d'avoir un bon taux de remplissage de cuivre de chacune des phases dans les encoches. Une telle machine électrique est donc à la fois plus facile à réaliser et a un meilleur taux de remplissage d'encoche.

40 En d'autres termes, chacune des dents comprend une base s'étendant axialement à partir de la face avant de la couronne.

Selon un exemple de réalisation chacune des dents ont une forme de T. En d'autre terme les dents comprennent chacune deux portions qui s'étende radialement de façon circonférentielle de part et d'autre à partir de l'extrémité de la base la plus éloignée de la couronne. Dans cet exemple de réalisation, la surface externe de chacune des dents comprend la surface de l'extrémité de la base et des portions. Cette surface externe est destinée à être en vis-à-vis des surfaces des griffes de l'inducteur.

Selon une réalisation de cet exemple, la distance entre deux portions de dents est identique à la distance entre les deux surfaces externes des dents.

Selon un autre exemple de réalisation, la surface externe de la dent comprend uniquement la surface extrême de la base.

Selon un mode de réalisation, les surfaces externes sont planes dans un plan radial ou conique concave ou convexe.

Selon un exemple de réalisation, chaque surface externe d'une dent a une forme sensiblement de trapèze dont la plus petite base est proche de l'axe X et la plus grande base est la plus éloignée de l'axe X.

Par sensiblement en forme de trapèze on entend que chacune des deux base ont une forme d'arc de cercle de manière à former un induit circulaire. Cependant la base externe ou/et la base interne pourrait être droite, formant un induit ayant une périphérie externe ou/et interne en forme de polygone.

Selon un mode de réalisation la pièce polaire peut être par exemple en ferromagnétique doux ou une tôle ou encore en paquets de tôles. La tôle enroulée ou les paquets de tôles permettent de diminuer les pertes.

Selon un exemple de ce mode de réalisation, la pièce polaire est une bande de tôle enroulée formée par une bande dont la largeur est constante correspondant à la plus petite distance entre la face arrière et la surface externe.

Selon un autre exemple, la bande est d'une largeur décroissante ou croissante pour former une surface externe de forme concave ou convexe, respectivement.

La bande est découpée de manière à former une partie des dents, dont la découpe n'est pas identique pour chacune portion de dents de la bande du fait de la forme trapézoïdale des dents.

Selon un autre exemple, l'induit comprend une couronne en pièce massive et en ce que chaque dent rapportée est formée avec un paquet de tôle empilée, dont chacune des tôles ont la forme de la dent, c'est-à-dire une partie de la base et les deux portions.

Selon un autre exemple, l'induit comprend une couronne en pièce massive et en ce que chaque dent rapportée est formée avec un paquet de tôle empilée, dont chacune des tôles a la forme de la dent, c'est-à-dire une partie de la base et les deux portions.

Selon un autre mode de réalisation non représentée, la couronne est une pièce massive ou une tôle enroulée et les dents sont fixées sur cette couronne par exemple par soudage.

5 Selon un mode de réalisation, le bobinage est en l'occurrence un bobinage triphasé ondulé soit trois phases. Selon un mode de réalisation de cet exemple, le bobinage est ondulé réparti.

10 Selon un autre exemple le bobinage comprend 6 phases pour former un double triphasé. Selon un exemple de cet exemple l'induit comporte 72 encoches.

Selon un exemple le bobinage peut être réalisé selon le type de bobinage imbriqué.

15 Selon un exemple le nombre de dents ou le nombre d'encoches correspond au nombre de phase multiplié par le nombre de pôles, par exemple 3 phases et 12 pôles $3 \times 12 = 36$ dents.

20 Selon un exemple chacune des phases est formée par deux ou plusieurs conducteur formant chacun un ou plusieurs tours.

Chaque encoche comprend donc dans cet exemple une phase soit une phase par encoche. Le pas entre chaque encoche d'une phase est de 3 du fait qu'il y a trois phases.

25 Chacune des portions internes et externes de chaque phase forme un chignon interne et externe respectivement. Le chignon interne est de plus petite longueur que le chignon externe.

Le couplage peut être en étoile ou en triangle ou étoile-triangle.

30 Selon un mode de réalisation, les conducteurs du bobinage ont chacune une section rectangulaire. Cela permet d'améliorer l'empilage axial des conducteurs.

35 Un aspect de l'invention concerne aussi un inducteur à griffes comprenant un axe X, l'inducteur comprenant des surfaces d'entrefer agencées pour être en vis-à-vis d'un induit d'une machine électrique l'un après l'autre suivant l'axe X.

L'inducteur est adapté à être monté dans une machine électrique de manière à tourner autour de l'axe x.

40 Ainsi l'aspect de l'invention concerne aussi une machine dont l'induit est en vis-à-vis de l'inducteur et non autour ou encerclé de l'inducteur.

En d'autres termes, l'induit et l'inducteur ont le même diamètre externe utile.

L'entrefer entre l'induit et l'inducteur de la machine est soit totalement dans un plan

perpendiculaire à un axe soit une forme conique (plus proche axial que radial) ayant pour axe l'axe X de la machine.

Par plus proche axial que radial on entend le fait que le cône comprend un angle, mesuré dans la matière entre sa surface inclinée par rapport à l'axe X et l'axe X, qui soit compris entre un angle de 135° par rapport à l'axe X et un angle de 45° par rapport à l'axe X sauf 90° , (dans le cas d'un angle à 90° , il n'y a pas de forme de cône et l'entrefer est dans un plan perpendiculaire à l'axe X).

Ainsi, un tel inducteur bobiné permet d'être adapté pour un induit axial et donc d'avoir à la fois les avantages d'une machine à griffes ainsi que l'avantage de la machine axiale sur l'encombrement axial.

Un autre aspect de l'invention concerne aussi un inducteur à griffes comprenant

- un ensemble en matériaux ferromagnétiques doux tel que de l'acier doux comprenant :
 - une couronne autour d'un axe X formant le noyau de l'inducteur, un premier groupe d'une pluralité de griffes apte à avoir une même polarité comprenant chacune :
 - une première portion s'étendant axialement à partir de la couronne,
 - une deuxième portion s'étendant radialement, dans un premier sens opposé au sens vers l'axe X, à partir d'une extrémité axiale de la première portion la plus éloignée de la couronne,
 - un deuxième groupe d'une pluralité de griffes apte à avoir une polarité opposée à la polarité du premier groupe de griffe, comprenant chacune :
 - une première portion s'étendant axialement, à partir de la couronne, dans le même sens des premières portions des griffes du premier groupe,
 - une deuxième portion s'étendant radialement, à partir d'une extrémité axiale de la première portion la plus éloignée de la couronne, dans un sens vers l'axe X, et
- une bobine montée dans l'ensemble autour de l'axe X entre la première surface interne de la couronne et les griffes de chaque groupe de griffes et entre les premières portions du premier groupe et les premières portions du deuxième groupe.

Cet inducteur comprend donc des griffes dont les deuxièmes parties comprennent une surface apte à former l'entrefer avec un induit. L'inducteur est donc monté en vis-à-vis axialement de l'induit.

Par monter en vis-à-vis axialement on entend le fait que l'inducteur comprend des faces en vis-à-vis axialement de l'induit.

Par « groupe d'une pluralité de griffes apte à avoir une polarité », on entend que toutes les griffes sont aptes à avoir la même polarité.

L'induit n'entoure donc pas la bobine de l'inducteur mais fait face à la bobine et aux deuxièmes portions de chaque griffe. Selon différente forme de griffes, l'induit peut entourer une partie des deuxièmes portions de griffes.

La couronne comprend un passage comprenant l'axe X traversant la couronne entre la surface interne et une autre surface externe opposée à la première surface interne pour entourer un arbre d'axe X.

Selon un mode de réalisation, la bobine est une bobine de forme solénoïde circulaire. Cela permet d'avoir le meilleur rendement par rapport à la quantité de cuivre exploitée. En effet il n'y a pas de tête de bobine appelé aussi chignon.

Selon un mode de réalisation, la surface interne est une surface radiale plane perpendiculaire à l'axe X de rotation de la machine et en ce que les premières portions de chacun des au moins deux groupes s'étendent à partir de cette surface plane.

Cela permet d'avoir de pouvoir disposer une bobine ayant un flan radiale, c'est-à-dire une surface qui s'étend dans un plan radial par rapport à l'axe X. Ainsi cela facilite le montage.

Selon un mode de réalisation, les deuxièmes portions de chaque griffe de chaque groupe comprennent une surface interne perpendiculaire à l'axe en vis-à-vis de la bobine.

Cela permet d'avoir un bon transfert de chaleur entre une bobine bobinée sur chant en remplissant le plus possible la section du logement de la bobine. En effet, les plus grandes faces de la bobine en vis à vis de la pièce de fer sont en contact avec celle-ci (la première et deuxième d'une griffe et la couronne)

Les première et deuxième faces de la bobine sont en contact en alternance avec les faces des premières portions interne et externe respectivement et en ce que cette première et cette deuxième surface sont cylindrique.

Le logement de la bobine est réalisé entre : la couronne et les deuxièmes portions de chaque griffe de chaque groupe et entre les premières portions du premier groupe et les premières portions du deuxième groupe.

Selon un mode de réalisation le conducteur de la bobine est à section rectangulaire. Cela permet d'améliorer le transfert de chaleur entre les spires et de mieux remplir l'encoche pour ce bobinage inducteur

Selon un mode de réalisation, la bobine est bobinée sur chant sur une seule rangée axiale. Cela permet d'avoir une bobine en spirale à plat sans caractère d'hélice. En effet l'hélice à comme inconvénient d'avoir pour une spire deux épaisseur du

conducteur. De plus le bobinage sur chant permet de faciliter l'entrée et une sortie de la bobine simple.

5 Selon un mode de réalisation, les deuxièmes portions de chaque griffe de chaque groupe comprennent une surface externe radiale s'étendant dans un plan radial par rapport à l'axe x de rotation, les surfaces externe radiales étant apte à être en vis-à-vis d'une surface externe de l'induit correspondant la surface externe radiale pour un entrefer axial constant. Cela permet d'avoir une plus faible reluctance et donc un
10 meilleur niveau de flux à même niveau d'ampère tourset donc de couple et de FEM. Cela permet de plus d'alléger la machine et d'avoir un meilleur rendement ratio flux / masse.

15 Selon un autre mode de réalisation que le précédent, les deuxièmes portions de chaque griffe de chaque groupe comprennent une surface externe apte à être en vis-à-vis de l'induit qui s'étendent dans un plan incliné par rapport au plan radial d'un angle α compris entre 1 et 45°. Cela permet d'augmenter la surface en vis-à-vis de l'induit pour un même encombrement radial (diamètre). Bien entendu, l'induit comprend des formes
20 complémentaires aux griffes afin de minimiser l'entrefer. L'induit comprend donc des surfaces en vis-à-vis de l'induit, ces surfaces étant complémentaires à celle des griffes pour former un entrefer à épaisseur constant. Par épaisseur d'entrefer on entend la distance la plus faible entre l'induit et l'inducteur.

25 En effet , le fait d'augmenter la surface en vis-à-vis a pour résultat de pouvoir augmenter le couple.

Selon un mode de réalisation, les surfaces inclinées externes des deuxièmes portions sont inclinées de manière à former ensemble un volume convexe suivant l'axe X.
30 Ainsi un entrefer convexe peut être formé avec l'induit correspondant. Cela permet, tout en gardant une même épaisseur qu'une griffe ayant une surface externe non incliné d'augmenter le logement de la bobine, on peut mettre plus de cuivre notamment avec une bobine à fil de section circulaire.

35 Selon un autre mode de réalisation, les deuxième portions comprennent, sur chaque deuxième portion, des surfaces externes en vis-à-vis de la bobine de manière à former ensemble un volume concave par rapport à l'axe X. Cela permet qu'en cas de force centrifuge importante sur l'inducteur tournant tel que pour un alternateur, la déformation des extrémités des griffes ne soit pas orientée vers
40 l'entrefer. Ainsi il est possible d'avoir un entrefer initialement très faible.

Selon un mode de réalisation, les deuxièmes portions de chaque griffe d'un groupe de griffe de chaque groupe comprennent une section trapézoïdale dans un plan qui contient l'axe.

Selon un exemple de ce mode de réalisation la surface interne est inclinée par rapport à la surface externe et en ce que l'épaisseur est inférieur à son extrémité libre qu'à son extrémité accolée à la deuxième portion.

5

Cela permet d'économiser du fer et de réduire les flux de fuites.

Selon un exemple, les griffes internes du premier groupe comprennent une surface interne inclinée selon l'exemple précédent et les griffes externes du deuxième groupe comprennent une surface interne perpendiculaire à l'axe x selon l'exemple précédent.

10

Cela permet d'optimiser l'emploi du fer par rapport à la résistance mécanique des griffes et une réduction de flux utile.

15

Selon un mode de réalisation, chacune des deuxième portions des griffes comprend une surface interne en vis-à-vis de la bobine et une surface externe apte à être en vis-à-vis de l'induit, et en ce que la surface interne et la surface externe sont inclinées l'une de l'autre de manière à ce que la deuxième portion a une section, dans un plan comprenant l'axe X, de forme trapézoïdale.

20

Par de forme trapézoïdale on entend sensiblement de forme trapèze.

Selon un exemple la première base a une forme d'arc de cercle et non d'une droite.

Cela permet d'avoir une forme cylindrique de l'inducteur et non polygonale.

Selon un autre exemple, la deuxième base est de la forme d'un arc de cercle. Cela permet de soit réaliser un montage sur l'arbre de rotation plus facile soit d'avoir une forme qui épouse celle de l'induit au niveau de l'arbre voire de permettre de réaliser un palier de l'arbre de l'induit en introduisant un roulement à billes ou un autre type de roulement entre l'arbre d'induit et les griffes.

25

Selon un autre exemple, la surface a une forme trapézoïdale isocèle. Cela permet d'homogénéiser les formes des griffes.

30

Selon un mode de réalisation, la première partie du premier groupe de griffes s'étendant à partir de la surface interne de la couronne, s'étend à partir de la périphérie externe de la surface interne de la couronne et en ce que la première partie du deuxième groupe s'étendant à partir de la surface interne de la couronne, s'étend à partir de la périphérie interne de la surface interne de la couronne.

35

Cela permet d'avoir de la place entre les deux premières parties de chaque groupe de griffes pour une seule bobine.

40

Selon un mode de réalisation, la section (la surface) dans un plan perpendiculaire à l'axe X de la première portion de chaque griffe du premier groupe de griffes est égale à +ou- 5% de la section (surface) de la première portion de chaque griffe du second groupe de griffes.

Cela permet d'avoir une réluctance homogène entre le groupe de griffe du premier et second groupe. Ainsi il y a un équilibre entre les griffes du pôle Sud et du pôle nord.

Selon un mode de réalisation l'inducteur comprend une première bobine et une

deuxième bobine,
le premier groupe de griffes comprenant un premier sous groupe de griffes et un

deuxième sous groupe de griffes,
les premières portions des griffes du premier sous groupe du premier groupe de

griffes s'étendant à partir de la périphérie externe de la surface interne de la couronne
les premières portions des griffes du deuxième sous groupe de griffes du premier

groupe s'étend à partir de la périphérie interne de la surface interne de la couronne
et en ce que le deuxième groupe de griffes comprend un premier et un second sous

groupes de griffes,
les griffes du premier et second groupe de griffes du deuxième groupe comprend une

première portion s'étendant entre la périphérie interne et la périphérie externe
les deuxièmes portions du premier sous groupe du second groupe s'étends vers la

périphérie interne,
les deuxièmes portions du deuxième sous groupe du second groupe s'étends vers la

périphérie externe,
la première bobine étant montée entre les premières portions des premiers sous
groupes des deux groupes et la deuxième bobine étant montée entre les premières
portions des deuxièmes sous groupes des deux groupes.

Cela permet d'avoir moins de perte de flux du fait des longueurs le long du rayon plus
petites des deuxièmes portions de griffes.

Dans le cas où l'inducteur est un rotor cela permet de diminuer la longueur des
deuxièmes portions de griffes et donc de mieux supporter la force centrifuge. Ainsi un
tel rotor pour un même diamètre externe peut tourner plus vite.

Selon un mode de réalisation l'au moins une bobine comprend un fil conducteur de
section circulaire.

Cela permet de remplir le logement de forme quelconque et de bobiner facilement. En
effet, la couronne peut dans ce cas avoir une face pas forcément plane s'étendant dans
un perpendiculaire à l'axe X (face plane radiale).

Selon un mode de réalisation la bobine comprend un fil conducteur de section
rectangulaire.

Cela permet d'avoir un meilleur taux de remplissage.

Selon le mode de réalisation précédent, la bobine est bobinée sur chant.

Il est possible d'entrer et de sortir par la périphérie externe contrairement à un
bobinage sur méplat où une sortie ou entrée serait sur la périphérie interne et l'autre
entrée ou sortie respectivement serait sur la périphérie externe.

En effet dans le cas d'un bobinage sur méplat, il y aurait plus d'une rangée pour une
même quantité de cuivre que sur chant avec une seule rangée et l'entrée ou la sortie
serait nécessairement soit sur la périphérie interne ca qui augmenterait la longueur de

la partie de connexion de la bobine et en outre se situe dans une zone dont la contrainte d'encombrement est sévère.

- 5 Un autre aspect de l'invention concerne aussi une machine électrique comprenant un inducteur selon un des modes de réalisation décrits précédemment et un induit monté en vis-à-vis axialement de l'inducteur.

10 La machine électrique tournante comprend en outre de l'induit un inducteur selon l'un des mode de réalisations précédents ou un inducteur comprenant:

- un ensemble en matériau ferromagnétique doux (tel que de l'acier doux) comprenant :
 - une couronne autour d'un axe X formant le noyau de l'inducteur, comprenant une première surface interne,
 - un premier groupe d'une pluralité de griffes apte à avoir une même polarité
15 comprenant chacune :
 - une première portion s'étendant axialement à partir de la première surface interne de la couronne,
 - une deuxième portion s'étendant, dans le sens opposé de l'axe X, à partir d'une extrémité axiale de la première portion la plus éloignée de la
20 couronne
 - un deuxième groupe d'une pluralité de griffes apte à avoir une polarité opposée à la polarité du premier groupe de griffe, comprenant chacune :
 - une première portion s'étendant axialement, à partir de la surface interne de la couronne, dans le même sens des premières portions des griffes du
25 premier groupe,
 - une deuxième portion s'étendant, à partir d'une extrémité axiale de la première portion la plus éloignée de la couronne, dans le sens de l'axe X,
- une bobine montée dans l'ensemble autour de l'axe X entre la première surface interne de la couronne et les deuxièmes portions de chaque griffe de chaque groupe et entre les
30 premières portions du premier groupe et les premières portions du deuxième groupe.

Selon un premier mode de réalisation, la machine comprend un arbre comprenant l'axe X et en ce que l'inducteur est un rotor monté solidaire de l'arbre.

- 35 Selon un second autre mode de réalisation de la machine comprenant un arbre comprenant l'axe X et en ce que l'inducteur est un stator et est monté autour de l'arbre X.

40 Selon un exemple du second mode de réalisation de la machine l'induit forme palier de l'arbre.

Selon un exemple de cette machine, le bobinage de l'induit est réalisé par le biais d'épingles.

L'induit peut comporter plusieurs caractéristiques de ces différents modes de réalisations décrits précédemment.

Un autre aspect de l'invention concerne aussi un alternateur comprenant une machine électrique décrit précédemment, le moteur électrique comprenant un inducteur à griffes selon un des modes de réalisation, un induit, l'inducteur et l'induit étant montés en vis-à-vis axialement.

Un autre aspect de l'invention concerne aussi un alternateur comprenant une machine électrique comprenant

- a. un arbre comprenant l'axe X,
- b. un inducteur selon au moins un mode de réalisation précédemment décrit précédemment, dans lequel le nombre de griffes par groupe de griffes est compris entre 5 et 8 et en ce que l'inducteur est monté sur un arbre lié en rotation avec l'arbre,
- c. un induit selon au moins un mode de réalisation décrit, l'induit étant monté autour libre en rotation autour de l'arbre, l'induit forme un stator et est en vis-à-vis axialement de l'inducteur, comprenant
 - i. une pluralité de dents, chacune des dents ayant une surface externe en vis à vis de surfaces des deuxièmes portions des griffes, les surfaces externes des dents étant de forme complémentaire avec les surfaces externes des deuxièmes portions des griffes formant un entrefer,
 - ii. au moins trois bobinages, chaque bobinage formant une phase de l'induit montée dans des encoches entre des dents de l'induit.

Selon un mode de réalisation de l'alternateur, le nombre de phases de l'induit est de 6 ou 3.

Selon un mode de réalisation de l'alternateur, le nombre de griffes est compris entre 10 et 16 griffes.

Cela permet de diminuer la taille des griffes et donc d'être plus résistant à la force centrifuge, de plus au-delà de 16 griffes il y a trop de pertes fer.

L'alternateur peut comprendre un induit selon un des modes de réalisations tel que décrit ci-après.

Un autre aspect de l'invention concerne aussi un démarreur comprenant une machine électrique décrit précédemment comprenant un inducteur à griffes selon un des modes de réalisation formant stator, un induit formant rotor, l'inducteur et l'induit étant montés en vis-à-vis axialement.

Un aspect de l'invention concerne aussi un démarreur comprenant une machine électrique comprenant

- a. un arbre comprenant l'axe X,

- b. un inducteur selon l'aspect de l'invention précédemment décrit selon les modes de réalisations précédemment dans lequel le nombre de griffes par groupe de griffes est compris entre 2 et 4 et en ce que l'inducteur est monté autour de l'arbre libre en rotation avec celui-ci formant le stator,
- 5 c. un induit monté fixe sur l'arbre formant le rotor en vis-à-vis axialement de l'inducteur, comprenant une pluralité de dents, chacune des dents ayant une surface externe en vis à vis de surfaces des deuxièmes portions des griffes, les surfaces externes des dents étant de forme complémentaire avec les surfaces externes des deuxièmes portions des griffes formant un entrefer, l'induit
- 10 comprenant un bobinage monté dans des encoches entre les dents de l'induit,
- d. un collecteur monté sur l'arbre lié en rotation avec celui-ci comprenant des lames reliant les bobinages de l'induit.

15 Selon un exemple du démarreur, le bobinage de l'induit est réalisé par un bobinage ondulé ou imbriqué ou encore ondulé multiple.

Les lames sont reliées à différentes sections, appelées aussi phase, formant le bobinage de l'induit.

20 Selon un exemple, compris entre quatre et huit griffes.

Selon un exemple, l'arbre d'entraînement est l'arbre du rotor et en ce que l'inducteur comprend huit griffes.

25 Selon un autre exemple, le démarreur comprend en outre un réducteur monté entre l'arbre rotor et l'arbre d'entraînement et en ce que il comprend entre quatre et six griffes.

Le démarreur peut comprendre un induit selon un des modes de réalisations tel que décrit ci-dessous.

30 Les aspects de l'invention pourront être mieux compris à la lecture de la description détaillée qui va suivre, d'un exemple de mise en œuvre non limitatif, et à l'examen du dessin annexé, sur lequel :

35 Les figures 1a et 1b représentent un schéma de principe d'une machine à flux radial selon l'art antérieur

La figure 2a représente les trajets de flux des machines radiales des figures 1a et 1b selon l'art antérieur,

La figure 2b représente schématiquement l'inducteur d'une machine radiale selon l'art antérieur.

40 La figure 3a représente un inducteur rotor à griffes d'une machine à griffes cylindrique selon l'art antérieur,

La figure 3b représente un induit d'une machine à griffes adapté à un rotor de l'inducteur de la machine,

La figure 3c représente un schéma de principe du flux d'une machine à griffes,

5 La figure 4a, 4b et 4c représente respectivement une vue tridimensionnelle d'un ensemble en matériaux ferromagnétique doux vue d'avant et d'un inducteur comprenant cet ensemble d'un aspect de l'invention selon un premier mode de réalisation vue avant et arrière ;

La figure 5 représente une vue tridimensionnelle d'un inducteur d'un aspect de l'invention selon un second mode de réalisation.

10 La figure 6a représente une vue tridimensionnelle d'une coupe d'une machine électrique d'un aspect de l'invention comprenant l'inducteur du premier mode de réalisation.

La figure 6b représente une vue en perspective de l'induit de la machine électrique de la figure 6a.

15 Les figures 6C, 6D, 6E représente des vues éclatées de l'induit, en particulier la figure 6C représente une vue éclatée du bobinage de l'induit selon la machine de la figure 6a, la figure 6D une seule phase du bobinage de l'induit selon la machine de la figure 6a, la figure 6E représente une vue de face de l'induit de la figure 6a sans le bobinage.

La figure 6E' représente un exemple d'une bande pouvant former le paquet de tôle d'un Induit avant d'être enroulée .

20 La figure 7 représente une coupe d'un alternateur comprenant la machine électrique selon deuxième mode de réalisation.

La figure 8a représente un inducteur selon un troisième mode de réalisation.

La figure 8b représente une coupe de l'inducteur selon le troisième mode de réalisation en vis-à-vis d'un induit de la machine électrique,

La figure 9a représente une vue en éclatée d'un induit de la machine de la figure 8b.

25 La figure 9b représente une épingle formant une phase de l'induit de la machine électrique de la figure 8b.

La figure 9c représente une vue de face de trois épingles de l'induit de la machine électrique de la figure 8b.

30 La figure 9d représente l'ensemble des épingles des phases de l'induit de la machine électrique de la figure 8b et le collecteur.

La figure 10a représente schématiquement un démarreur comprenant une machine électrique comprenant l'inducteur et l'induit selon le troisième mode de réalisation.

La figure 10b représente la machine électrique selon une vue tridimensionnelle du démarreur de la figure 10a.

La figure 10c représente le rotor du démarreur de la figure 10a.

Un aspect de l'invention concerne un inducteur à griffes apte à être monté axialement en vis-à-vis d'un induit. Selon une autre manière de dire, l'aspect concerne un inducteur à griffes
5 « galette ».

L'inducteur de l'aspect de l'invention peut être un rotor tel que représentée sur la figure 6a ou 7 ou un stator tel que représentée sur la figure 8b ou 10a.

En particulier, l'inducteur 45 comprend un ensemble en matériaux ferromagnétique doux 4 (tel que de l'acier doux) tel que représentée selon un premier mode de réalisation sur la figure
10 4a.

L'ensemble en matériaux ferromagnétique doux comprend une couronne 4c autour d'un axe X formant le noyau de l'inducteur. La figure 4c montre la partie arrière d'un inducteur selon un premier mode de réalisation dont la partie arrière de la couronne 4c de l'inducteur selon ce premier mode de réalisation.

La couronne 4c comprend une surface interne 4c1 et une surface externe 4c2 opposée à la surface interne 4c1. On peut voir par exemple, sur la figure 4a la surface interne 4c1 de l'inducteur selon le premier mode de réalisation et sur la figure 4c on peut voir la surface externe 4c2.

En l'occurrence les surfaces internes 4c1 et externe 4c2 dans les différents modes de réalisations décrit sont radiales. Par surface radiale on entend une surface s'étendant dans un plan radial, c'est-à-dire un plan perpendiculaire à l'axe X comprenant les rayons de l'axe X sur 360°. Par surface s'étendant dans un plan perpendiculaire on entend une surface plane à 90° plus ou moins 1° par rapport à l'axe X.

Cependant, il est possible que cette surface soit non plane ou légèrement inclinée par rapport au plan radial.

L'ensemble ferromagnétique 4 comprend en outre un premier groupe d'une pluralité de griffes 4a apte à avoir toute la même polarité.

Dans le premier mode de réalisation représentée sur la figure 4a, le premier groupe de griffes 4a sont des griffes externes 4a.

Chacune de ces griffes internes 4a comprend une première portion 4a1 s'étendant axialement à partir de la première surface interne de la couronne et une deuxième portion 4a2 s'étendant, dans le sens opposé de l'axe X, à partir d'une extrémité axiale de la première portion 4a1 la plus éloignée de la couronne.

La première deuxième portion 4a2 de chacune des griffes comprennent une surface qui fait face à la surface interne 4c1 de la couronne.

L'ensemble ferromagnétique 4 comprend en outre un deuxième groupe d'une pluralité de griffes 4b apte à avoir toute la même polarité opposée à la polarité du premier groupe de griffes 4a.

5 Chaque griffe 4b comporte une première portion 4b1 s'étendant axialement, à partir de la surface radiale 4c1 de la couronne 4c, dans le même sens des premières portions 4a1 des griffes 4a du premier groupe.

En outre chaque griffe 4b comporte une deuxième portion 4b2 s'étendant, à partir d'une extrémité axiale de la première portion 4b1 la plus éloignée de la couronne 4c, dans le sens de l'axe X.

10 Chacune des griffes 4b et 4a sont agencées de manière que leur deuxième portions 4a2 et 4b2 sont angulairement alternées autour l'arbre X. Autrement dit une griffe du premier groupe à pour voisine deux griffes du deuxième groupe et vice versa.

15 L'inducteur 45 comporte en outre une bobine 5 montée dans l'ensemble 4 autour de l'axe X. La bobine 5 est plus précisément montée axialement entre la couronne 4c et les deuxièmes portions 4a2 et 4b2 de chaque griffe de chaque groupe.

En outre la bobine 5 est montée entre les premières portions 4a1 du premier groupe et les premières portions 4b1 du deuxième groupe.

Une telle bobine est visible sur la figure 4b du premier mode de réalisation.

20 Ainsi une telle bobine permet d'avoir un inducteur sans chignon comme les inducteurs à flux radial à griffes. Il y a donc une optimisation de l'inducteur suivant le rapport quantité de cuivre/ performance.

Chaque griffe 4a et 4b comporte sur sa deuxième portion respectif des surfaces 4a21 et 4b21 apte à être en vis-à-vis de l'induit.

25 Dans le premier mode de réalisation représenté sur les figures 4a, 4b et 4c, l'inducteur 45 comporte 6 griffes internes 4a et six griffes externes 4b pour former 12 pôles. Autrement dit cet inducteur est agencé pour former une machine à 6 paires de pôles. Une telle machine électrique peut être utilisée pour un alternateur, notamment un alternateur automobile.

30 En l'occurrence, dans ce mode de réalisation, le diamètre interne mesuré entre deux surfaces 4a11 de la deuxième portion 4a2 de deux griffes 4a en vis-à-vis l'une de l'autre, est égal au diamètre interne mesuré entre deux surfaces d'extrémité 4b22 de deux griffes 4b en vis-à-vis l'une de l'autre. Par égal on entend à plus ou moins 1% de la longueur du diamètre mesuré. La surface 4b22 de chacune des extrémités des griffes 4b ainsi la surface 4a11 de chacune des griffes internes peuvent être en vis-à-vis d'un ventilateur monté sur un arbre 7 (visible sur la figure 6a) pour refroidir le circuit de cuivre. Le ventilateur n'est pas représenté sur la figure 35 6a. De plus, cela permet d'augmenter la surface 4a21 et 4b22 de chaque griffe 4a et 4b respectivement destiné à être en vis-à-vis de l'induit 6 tel que visible sur la figure 6a.

En l'occurrence dans ce mode de réalisation, le diamètre externe de chaque griffe 4a du premier groupe est égal au diamètre externe de chaque griffe 4b du deuxième groupe. Cela permet d'augmenter les surfaces 4a21 et 4b21 de chaque griffes 4a et 4b respectivement destiné à être en en vis-à-vis de l'induit 6 tel que visible sur la figure 6a.

5 En l'occurrence, le diamètre interne D1 et externe D2 de la couronne est égal au diamètre interne D1 et externe D2 des griffes du premier et deuxième groupe. Ainsi un arbre 7 (visible sur la figure 6a) monté dans l'ouverture de l'inducteur comprenant une portion 71
correspondant au diamètre interne de la couronne pour être fixé à cet inducteur peut être
agencé pour que cette portion 71 soit en contact avec la surface 4a11 des premières parties 4a1
10 du groupe de griffes 4a permettant d'avoir une plus grande surface de contact pour un échange de chaleur et donc mieux refroidir les griffes. Sur la figure 6a, seule une portion de surface 4a11 des premières parties 4a1 du groupe de griffes 4a est en contact avec la portion 71.

15 En l'occurrence dans le mode de réalisation des figures 4a à 4c, les deuxièmes portions 4a2 du premier groupe de griffe 4a et les deuxièmes portions 4b2 du deuxième groupe de griffes 4b ont la même forme trapézoïdale. La forme trapézoïdale permet d'avoir une largeur d'entrefer entre deux griffes homogène.

De plus cela permet dans le cas où les deuxièmes portions sont des portions rapportées sur les premières portions lors du montage d'avoir des pièces identiques et donc d'être moins cher et
20 plus efficace dans le procédé de fabrication.

Selon un autre mode de réalisation visible sur la figure 5, l'inducteur 45 comporte un ensemble ferromagnétique identique à celui des figures 4a à 4c sauf en ce qui concerne les éléments décrits ci-dessous.

25 Dans le mode de réalisation de la figure 5, la couronne 4c et les griffes du premier groupe comprennent un diamètre interne plus petit que le diamètre interne des griffes 4b du deuxième groupe.

Ce mode de réalisation peut être agencé pour que l'inducteur forme le rotor. En effet la couronne peut ainsi comprendre une ouverture pour être monté directement sur l'arbre du rotor comprenant l'axe X.

30 En l'occurrence, dans ce mode de réalisation les premières portions 4a1 des griffes 4a sont agencées pour être en contact avec cet arbre 7 d'axe X visible sur la figure 7. Dans ce mode de réalisation l'arbre 7 a un diamètre homogène. En l'occurrence il comprend une portion 72 pour être fixée à la couronne et aux premières portions 4a1 des griffes internes 4a.

35 En outre dans ce mode de réalisation, la couronne 4c comprend une pluralité d'encoches 4c3 externes. Ces encoches externes sont agencées en vis-à-vis de chacune des deuxième portions 4a2 des griffes 4a du premier groupe.

Cela permet de refroidir la bobine 5 (non représentée sur la figure 5) visible sur la figure 7 par un flux d'air axial par convection. En effet dans le premier mode de réalisation, la bobine est

montée contre la surface interne 4c1 de la couronne 4c et est refroidi en majorité par conduction avec la couronne.

La figure 6a comprenant l'inducteur 4 du premier mode de réalisation et l'arbre 7 représente un alternateur 8 sans poulie et sans partie électronique.

- 5 L'alternateur comprend un arbre comprenant l'axe X, un inducteur selon un mode de réalisation précédemment décrit précédemment dans lequel le nombre de griffes par groupe de griffes est compris entre 5 et 8 et en ce que l'inducteur est monté sur un arbre lié en rotation avec l'arbre,

- 10 L'alternateur 8 comprend en outre un induit 6, monté autour libre en rotation autour de l'arbre. L'induit forme le stator et est en vis-à-vis axialement de l'inducteur.

- L'alternateur comprend en outre une carcasse 81 et deux paliers dont chacun sont munis en l'occurrence de deux roulements à billes 82a, 82b. Bien entendu les paliers pourraient être munis par d'autres types de roulements. Chacun des deux roulements 82a, 82b sont montés de
15 part et d'autre sur l'arbre 7. L'induit 6 et l'inducteur 45 sont montés entre ces deux roulements 82a, 82b.

L'induit 6 est monté solidaire de la carcasse 81 et en vis-à-vis axialement de l'inducteur 45.

- L'induit 6 comprend une pluralité de dents, chacune des dents ayant une surface externe en vis à vis de surfaces des deuxième portions des griffes, les surfaces externes des dents étant
20 de forme complémentaire avec les surfaces externes des deuxième portions des griffes formant un entrefer,

En l'occurrence, l'induit 6 comprend une pièce polaire 60 comprenant une couronne 61 ayant une face arrière 61b et une face avant 61a. La couronne 61 comprend une ouverture centrale comprenant l'axe X.

- 25 La pièce polaire comprend les dents 62. En l'occurrence chacune des dents ont une forme de T mais pourrait être en forme de I. En d'autres termes chacune des dents comprend une base 62a s'étendant axialement à partir de la face avant 61a de la couronne 61 et deux portions 62b qui s'étende de radialement de façon circonférentielle de part et d'autre à partir de l'extrémité de la base 62a la plus éloignée de la couronne. Ces deux portions 62b forment des pieds de
30 dents de la dent. Une surface externe 62c de chacune des dents 62 est formée à partir de la surface de l'extrémité de la base et des portions 62b. Cette surface 62c est destinée à être en vis-à-vis des surfaces 4a21 et 4b21 des griffes 4a et 4b de l'inducteur.

Selon une réalisation de cet exemple, la distance entre deux portions de dents est identique à la distance entre les deux surfaces externes des dents.

- 35 Selon un exemple les surfaces 62c sont de forme complémentaire avec les surfaces 4a21 et 4b21 des griffes 4a et 4b de l'inducteur. En l'occurrence, les surfaces 62c sont plane dans un plan radial mais pourrait par exemple être ensemble être conique concave ou convexe. Dans le

cas d'un inducteur 45 dont les surfaces 4a21 et 4b21 des griffes 4a et 4b forment une surface concave, l'induit 6 aurait des surfaces dont l'ensemble forme une surface convexe et vice versa.

5 La surface 62c a une forme sensiblement de trapèze dont la plus petite base est proche de l'axe X et la plus grande base est la plus éloignée de l'axe X. Par sensiblement en forme de trapèze on entend que chacune des deux base ont une forme d'arc de cercle de manière à former un induit circulaire. Cependant la base externe ou/et la base interne pourrait être droite, formant un induit ayant une périphérie externe ou/et interne en forme de polygone.

10 La pièce polaire 60 peut être par exemple en ferromagnétique doux ou une tôle ou encore en paquets de tôles. La tôle enroulée ou les paquets de tôles permettent de diminuer les pertes fer (réduction des courants de Foucault).

En l'occurrence, la pièce polaire 60 est une bande de tôle enroulée (non visible sur la figure). La figure 6E représente la pièce polaire 60 de l'induit 6. Sur cette figure on peut voir une extrémité interne 611 de la tôle et une extrémité externe 612.

15 La tôle enroulée est donc en l'occurrence une bande dont la largeur est constante correspondant à la plus petite distance entre la face 61b et la surface 62c. Dans le cas des surfaces 62c formant ensemble une forme concave ou convexe, la bande serait d'une largeur décroissante ou croissante respectivement.

20 La bande est donc découpée de manière à former une partie des dents. La figure 6E' représente les deux extrémités d'un exemple d'une bande avant d'être enroulée. Cette bande ne comprend pas de pied de dent et est donc réalisée pour effectuer un induit sans pied de dents, c'est-à-dire sans portion 62b.

Bien entendu la découpe n'est pas identique pour chacune portion de dents de la bande du fait de la forme trapézoïdale des dents.

25 Dans le cas de plusieurs paquets de tôle, selon un mode de réalisation l'induit 6 comprend une couronne en pièce massive et en ce que chaque dent rapportée est formée avec un paquet de tôle empilée, dont chacune des tôles ont la forme de la dent, c'est-à-dire une partie de la base et les deux portions.

30 Dans le cas de plusieurs paquets de tôle, selon un mode de réalisation l'induit 6 comprend une couronne en pièce massive et en ce que chaque dent rapportée est formée avec un paquet de tôles empilées, dont chacune des tôles ont la forme de la dent, c'est-à-dire une partie de la base et les deux portions.

Selon un autre mode de réalisation, la couronne est une pièce massive ou une tôle enroulée et les dents 62 sont fixées sur cette couronne par exemple par soudage.

35 L'induit comporte en outre un bobinage 63. Le bobinage 63 est en l'occurrence un bobinage triphasé ondulé soit à trois phases. Cependant il pourrait en avoir 6 phases pour former un double triphasé. Dans le cas de 6 phases, par exemple l'induit comporterait 72 encoches, le

bobinage pourrait être réalisé soit en insérant dans un premier temps les trois phases d'un premier triphasé puis dans un deuxième temps les trois autres phases du second triphasé soit en insérant à tour de rôle une phase du premier triphasé puis une phase du deuxième triphasé etc...

- 5 Le bobinage pourrait être réalisé selon d'autres type de bobinage connu tel que imbriqué.

La figure 6C montre le bobinage 63 dépourvue de la pièce polaire 61. Le bobinage comporte trois phases ondulées 63a, 63b, 63c. La figure 6D représente un bobinage d'une seule phase 63a.

- 10 Chaque phase 63a, 63b, 63c comporte des brins actif appelée aussi portions utiles 631 et des partie de connexion appelée aussi des portions externes 632 reliant deux extrémités externes de deux portions utiles et des portions internes 633 reliant deux extrémités internes de deux portions utiles.

- 15 L'ensemble des portions de chaque phase forment une bobine en forme de fleur dont les pétales sont trapézoïdaux. Autrement dit, un pétale est formé par deux portions utiles 631 et une portion externe 632 et chaque pétale sont relié par les portions internes 633.

La demande EP1223660 représente en figure 13A deux bobines en forme de fleur de l'art antérieur dont les pétales sont rectangulaires.

Les portions utiles 631 de chacune des phases sont insérées entre deux dents 62 formant une encoche 64. Autrement dit, chacune des portions de phases est insérées dans des encoches 64.

- 20 Comme on peut le voir, du fait de la forme trapézoïdale des pétales de fleur, pour un même diamètre externe de la fleur, la longueur de chaque portion utile 631 de la bobine d'une phase de l'induit 6 est plus importante que la portion utile de l'art antérieur. Il s'ensuit que par rapport à l'art antérieur pour une somme de longueur des portions internes et externes formant le chignon par rapport à l'art antérieur, il ya plus de longueur de portion utile. Il y a donc pour
25 une même longueur de bobine avant pliage en forme de fleur, un plus grand pourcentage de portion utile que de portion interne et externe formant le chignon qui est inutile que par rapport à l'art antérieur. Il y a donc un meilleur rendement de la machine.

Le nombre de dents ou le nombre d'encoches 64 correspond au nombre de phases multiplié par le nombre de pôles, en l'occurrence $3 \times 12 = 36$ dents.

- 30 Le bobinage est de par exemple un bobinage ondulé réparti, et peut être un bobinage double tri-phasé. Dans Ce cas le nombre de dents 62 est égal au nombre de pôles, (en l'occurrence 12 pôles) multiplié par le nombre de phases ($2 \times 3 = 6$) soit 72 dents.

- 35 Chacune des phases 63a, 63b, 63c, peuvent être formée par un seul conducteur formant un tour ou plusieurs tours. Autrement dit chaque portion utile 631 peut être formée à partir d'une seul section du conducteur ou plusieurs section du conducteur respectivement. Une entrée et une sortie est donc reliée soit à des diodes dans le cas d'un alternateur, autrement dit l'induit

est statique appelé aussi stator, soit à des balais dans le cas d'un fonctionnement moteur autrement dit l'induit forme un rotor, par exemple pour un démarreur.

Chacune des phases 63a, 63b, 63c peuvent aussi être formé par deux ou plusieurs conducteur formant chacun un ou plusieurs tours. Ainsi, chaque encoche 64 comporte au moins deux conducteurs. Chaque conducteur d'une phase est relié électriquement à chacune de leurs extrémités aux autres extrémités correspondant des autres ou de l'autre conducteur. Autrement dit les au moins deux conducteurs sont montés en parallèle.

Chaque phase 63a, 63b, 63c tel que sur la figure 6d de bobinage peut donc être inséré axialement dans les encoches 64. Ainsi, l'induit 6 de la machine électrique a un intérêt par rapport à un induit tel que sur la figure 3b d'un alternateur à griffes en ce qu'il n'est pas nécessaire de replier la phase 63a telle que sur la figure 6D dans le stator. Il s'en suit que l'insertion du bobinage dans la pièce polaire de l'induit est plus facile à réaliser. De plus du fait de l'insertion suivant la direction axiale facile à réaliser la longueur de la portion utile 631 de la bobine avant assemblage correspond à la longueur de la portion utile dans l'encoche, contrairement à l'art antérieur du fait du basculement seulement une portion de cette portion était dans l'encoche, le reste étant dans le chignon. De plus, du fait du basculement dans l'art antérieur et du frottement lors de l'insertion du fil de cuivre dans les encoches de l'art antérieur, le cuivre ne pouvait pas être tassé comme dans le cas de l'induit de l'aspect de l'invention. En effet, du fait de l'insertion suivant la direction axiale, le conducteur peut être tassé sans être endommagé comme dans l'art antérieur. Ainsi, il est plus facile d'avoir un bon taux de remplissage de cuivre de chacune des phases dans les encoches 64. Une telle machine électrique est donc à la fois plus facile à réaliser et a un meilleur taux de remplissage d'encoche.

Chaque encoche comprend donc dans cet exemple une phase soit une phase par encoche. Le pas entre chaque encoche d'une phase est de 3 du fait qu'il y a trois phases.

Chacune des portions internes 633 et externes 632 de chaque phase forme un chignon interne 633A et externe 632A respectivement. Le chignon interne 633A est de plus petite longueur que le chignon externe 632A. Globalement la longueur de la bobine est réduite (autrement dit le développé est réduit) par rapport à l'art antérieur, il y a donc moins de Résistance et donc moins de RI^2 .

La figure 7 représente un alternateur. L'alternateur est identique à celui précédemment décrit dans le mode de réalisation décrit par rapport aux figures 6A à 6E sauf en ce qui concerne les caractéristiques décrit ci-après.

L'alternateur comprend une machine électrique selon un deuxième mode de réalisation comprenant l'inducteur 4 du deuxième mode de réalisation. De la même manière que du mode de réalisation de la figure 6a, l'alternateur comprend un arbre d'axe X mais dont le diamètre au niveau de la fixation de l'inducteur sur l'arbre est sensiblement le même que celui sur lequel est montée une poulie 83 de l'alternateur.

L'inducteur comprend un nombre de griffes par groupe de griffes qui est compris entre 5 et 8, en l'occurrence 6.

L'induit 6 est identique à celui décrit précédemment et est monté autour de l'arbre 7.

5 L'induit forme un stator et est en vis-à-vis axialement de l'inducteur. L'induit comprend aussi une pluralité de dents, chacune des dents ayant une surface externe en vis à vis de surfaces d'une partie des deuxièmes portions des griffes.

Les surfaces externes des dents sont donc de forme complémentaire avec une partie des surfaces externes des deuxièmes portions des griffes. Entre les deux surfaces externes un entrefer est formé.

10 Trois bobinages formant chacune une phase est montée de façon identique que l'induit décrit en relation avec les figures 6a à 6E, chaque bobinage formant une phase de l'induit montée dans des encoches entre les dents de l'induit.

15 Une partie électronique 84 est montée sur la culasse de la machine électrique. La partie électronique comprend un pont de diodes tel que connu dans l'art antérieur connecté aux entrées et sorties des différentes phases. Le couplage peut être soit triangle ou étoile. La partie électronique peut aussi être incorporée sur l'alternateur de la figure 6a de la même manière.

L'alternateur de l'exemple représenté sur la figure 7 comprend en outre un ventilateur 85 monté contre la face arrière 4c2 de la pièce polaire 4 de l'inducteur 45.

20 Des ouvertures 811 sont situées dans la partie de la face avant 81a de la carcasse 81. Par face avant de la carcasse on entend la face de la carcasse du côté de la poulie 83. La carcasse peut avoir une faible épaisseur voir avoir une portion en plastique puisqu'elle n'est pas utile pour la partie magnétique.

Ainsi contrairement aux carcasses d'alternateurs de véhicule connues, la carcasse peut être plus légère.

25 La carcasse 81 comprend deux portions formant palier, une sur la face avant et une sur la face arrière. Dans le cas d'une carcasse en plastique, ces portions sont de par exemple métalliques et la partie en plastique est surmoulée sur ces portions paliers. Ces portions paliers forment chacun un logement de roulement en l'occurrence de roulement à bille.

30 La figure 8a représente un troisième mode de réalisation d'un inducteur 4''. Le troisième mode de réalisation représentée sur la figure 8a est identique à celui de la figure 4a sauf en ce qu'il comprend 6 griffes, 3 griffes 4a du groupe de griffes internes et 3 griffes 4b du groupe de griffes externes.

35 La figure 8b représente une coupe d'une machine électrique 9 selon un troisième mode de réalisation sans sa carcasse. Cette machine électrique 9 comprend en outre l'inducteur 4'' de troisième mode de réalisation, un arbre 7, une carcasse non représentée et un induit 6'. Dans cette machine électrique 9 l'inducteur 4'' est monté solidaire de la carcasse non représentée. L'induit 6' est bobiné selon un nouveau mode de réalisation décrit ci-dessous. L'induit 6' est

monté solidaire de l'arbre 7 non représentée. L'arbre 7 est monté mobile en rotation par rapport à la carcasse non représentée par le biais de deux paliers en l'occurrence comprenant un roulement 82a devant et un roulement 82b derrière, en l'occurrence des roulements à billes.

- 5 Un collecteur à lames 72 est monté entre le palier 82a et l'induit 6'. Le collecteur 72 est du même type que celui d'un démarreur conventionnel de l'art antérieur.

La figure 9a représente une vue éclatée de l'induit 6' de la machine électrique de la figure 8b. Cet induit 6' comprend une multitude de phases, en l'occurrence 25 phases appelée aussi sections d'induit. La figure 9d représente une vue de face de ces 25 phases. Entre chaque dent 10 62, une encoche 64 est formée. Chaque phase est assimilée à une paire d'encoches 64 entre les dents 62. L'induit 6' comporte un bobinage qui comprend des portions de bobinages équivalent au nombre d'encoches. En l'occurrence les portions de bobinage sont des conducteurs 66, en l'occurrence 25. Chaque conducteur 66 comprend deux brins 661 15 insérées dans les encoches et une partie de connexion 662 connectant les deux brins 661. Deux brins 661 de deux conducteurs différents sont insérés dans chacune des encoches. Autrement dit chacune des encoche reçoit deux brins de deux conducteurs différents (un aller et un retour). Un brin 661 d'un conducteur 66, par exemple une épingle en cuivre ou aluminium, tel que représentée sur la figure 9b est donc insérée dans une première desdites 20 encoches 64 et l'autre brin de 661 du même conducteur 66 est inséré dans une deuxième desdites encoches 64. La première encoche 64 comprend donc un brin du premier conducteur des 25 conducteurs et un autre brin d'un deuxième conducteur des 25 conducteurs. La figure 9c représente trois conducteurs dont chacun ont au moins un brin de leur conducteur dans la première et la deuxième encoche.

Chacun des brins 661 est connecté au collecteur à lames 72, notamment au talon du 25 collecteur 72. Par exemple, les extrémités des brins peuvent de manière identique aux épingles des démarreurs conventionnels de l'art antérieur être insérées dans des encoches du talon puis être soudées ou compactées puis collées par un vernis dans leurs encoches associées.

Le bobinage en l'occurrence forme un bobinage ondulé mais pourrait être aussi imbriqué ou 30 ondulé multiples.

La machine électrique 9 est particulièrement adaptée pour les démarreurs. L'invention concerne aussi un démarreur comprenant cette machine électrique 9. La figure 10a représente un démarreur 91 comprenant la machine électrique selon le troisième mode de réalisation. Le 35 démarreur 91 comprend en outre un organe d'engrènement 92 tel qu'une poulie ou un pignon pour s'entraîner avec la couronne du moteur thermique du véhicule, par exemple une voiture. Cet organe d'engrènement peut être fixe ou mobile, par exemple un pignon, par rapport à la culasse.

En l'occurrence l'organe d'entraînement 92 est mobile et est un pignon, le démarreur 91 comprend en outre un contacteur 93 apte à déplacer le pignon 92. L'organe d'entraînement 92 se déplace par le biais d'un lanceur 921 monté sur un arbre d'entraînement 94.

5 L'arbre d'entraînement peut directement être l'arbre 7 de la machine électrique 9. Autrement dit, la machine électrique peut être dépourvue de réducteur.

En l'occurrence un réducteur 95, en l'occurrence un réducteur épicycloïdal est monté entre la machine électrique 9 et l'arbre d'entraînement 94.

10 La figure 10b représente la machine électrique du troisième mode de réalisation du démarreur muni d'une roue solaire 951 monté sur l'arbre 7. La figure 10c représente le rotor de la machine électrique du démarreur. L'ensemble des parties de connexion 662 des conducteurs 66 de l'induit du rotor forme un chignon visible sur les figures 10b et 10a. Ce chignon a pour caractéristique d'être très peu volumineux radialement et ne rallonge pas axialement l'induit du moteur électrique.

15 Selon un exemple du démarreur de l'invention, le bobinage de l'induit est réalisé par un bobinage ondulé ou imbriqué ou encore ondulé multiple, en l'occurrence la machine électrique 9 est réalisée par le biais d'un bobinage ondulé.

Dans le cas d'un démarreur dont l'organe d'entraînement est mobile le démarreur comprend en outre un contacteur apte à déplacer le pignon. L'organe d'entraînement se déplace par le biais d'un lanceur monté sur un arbre d'entraînement.

Revendications :

1/ induit pour machine électrique tournante à flux axial ou transverse axial
comprenant :

–une pièce fer d'induit formant le circuit magnétique de l'induit comprenant

–une couronne ayant une face arrière et une face avant, la couronne comprend une ouverture centrale comprenant un axe X traversant de la face avant à la face arrière,

- une pluralité de dents comprenant une portion s'étendant à partir de la face avant axialement, chacune des dents ayant une surface externe, adapté à être face à un inducteur, les portions des dents formant entre elle des encoches,

- un bobinage formant le circuit électrique de l'induit comprenant au moins trois phases, chacune des phases comprenant au moins un conducteur, le conducteur comprenant :

- au moins deux brins actifs situées chacune dans leur encoche respectif entre des dents de la pièce fer d'induit et

- une partie de connexions connectant deux brins actifs, les brins actifs étant délimités par la portion du conducteur dans l'encoche,

- dans lequel la partie de connexion ou l'ensemble des parties de connexion des conducteurs formant une phase forme, entre chaque encoche comprenant un brin actif de phase, un faisceau de conducteur formant une tête de bobine interne ou externe par rapport à la pièce fer d'induit et caractérisé en ce que les faisceaux de bobine interne ou externe de conducteur d'une phase sont empilés axialement avec les faisceaux respectivement interne ou externe de d'autres phases.

2/ Induit selon la revendication 1, dans lequel le conducteur comprend un fil continu passant au moins N fois dans la même encoche, N étant supérieure ou égale à 2, dans lequel les N parties de connexion externe et les N parties de connexion interne sont alignées axialement de façon identique aux N brins actifs dans l'encoche.

3/ Induit selon la revendication précédente, dans lequel le bobinage de l'induit est un bobinage ondulé et en ce que l'induit comprend au moins une première phase comprenant le conducteur passant dans les trois encoches, comprenant N brins actifs dans chacune des trois encoches, les N brins actifs étant de la phase empilés axialement dans l'encoche, le brin actif dans l'encoche au milieu des deux autres encoches le plus proche de la couronne par rapport à l'autre ou aux autres brins actifs dans l'encoche, s'étend au-delà de cette encoche par une première partie de connexion interne et une première partie de connexion externe,

le brin actif dans une des deux autres encoches s'étendant de cette première partie de connexion interne est le plus proche de la couronne par rapport à l'autre ou aux autres brins actifs dans cette encoche et en ce que l'autre brin actif s'étendant à partir de la seconde partie de connexion externe est le plus proche de la couronne par rapport à l'autre ou aux autres brins actifs de cette encoche.

4/ induit selon l'une des revendications précédentes, dans lequel chacun des faisceaux épousent la forme externe circonférentielle de la pièce de fer de l'induit.

5 / induit selon l'une des revendications précédentes, dans lequel chacune des dents comprend une base s'étendant axialement à partir de la face avant de la couronne.

6/ Induit selon la revendication précédente, dans lequel chacune des dents ont une forme de T et en ce que les dents comprennent chacune deux portions qui s'étende radialement de façon circonférentielle de part et d'autre à partir de l'extrémité de la base la plus éloignée de la couronne et en ce que la distance entre deux portions de dents est identique à la distance entre les deux surfaces externes des dents.

7/ Induit selon l'une des revendications précédentes, chaque surface externe d'une dent a une forme sensiblement de trapèze dont la plus petite base est proche de l'axe X et la plus grande base est la plus éloignée de l'axe X.

8/Induit selon l'une des revendications précédentes, la pièce polaire en ferromagnétique doux ou une tôle ou encore en paquets de tôles.

9/ Induit selon la revendication précédente, dans lequel la pièce polaire est une bande de tôle enroulée formée par une bande dont la largeur est constante correspondant à la plus petite distance entre la face arrière et la surface externe.

10/ Induit selon la revendication 8, dans lequel la bande est d'une largeur décroissante ou croissante pour former une surface externe de forme concave ou convexe, respectivement.

11/ Induit selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel la couronne est une pièce massive ou une tôle enroulée et les dents sont fixées sur cette couronne.

12/ Machine électrique tournante comprenant un induit selon l'une des revendications précédentes et un Inducteur à griffes comprenant un axe X, l'inducteur comprenant des surfaces d'entrefer agencées pour être en vis-à-vis de l' induit d'une machine électrique suivant l'axe X.

13/ Machine électrique tournante selon la revendication précédente, comprenant :

- un ensemble en matériau ferromagnétique doux (tel que de l'acier doux) comprenant :
 - une couronne autour d'un axe X formant le noyau de l'inducteur, comprenant une première surface interne,
 - un premier groupe d'une pluralité de griffes apte à avoir une même polarité comprenant chacune :
 - une première portion s'étendant axialement à partir de la première surface interne de la couronne,
 - une deuxième portion s'étendant, dans le sens opposé de l'axe X, à partir d'une extrémité axiale de la première portion la plus éloignée de la couronne
 - un deuxième groupe d'une pluralité de griffes apte à avoir une polarité opposée à la polarité du premier groupe de griffe, comprenant chacune :
 - une première portion s'étendant axialement, à partir de la surface interne de la couronne, dans le même sens des premières portions des griffes du premier groupe,
 - une deuxième portion s'étendant, à partir d'une extrémité axiale de la première portion la plus éloignée de la couronne, dans le sens de l'axe X,
- une bobine montée dans l'ensemble autour de l'axe X entre la première surface interne de la couronne et les deuxièmes portions de chaque griffe de chaque groupe et entre les premières portions du premier groupe et les premières portions du deuxième groupe.

14/Alternateur comprenant une machine électrique selon l'une des revendications 12 et 13 comprenant

- a. un arbre comprenant l'axe X,
- b. dans lequel le nombre de griffes de l'inducteur par groupe de griffes est compris entre 5 et 8 et en ce que l'inducteur est monté sur un arbre lié en rotation avec l'arbre,
- c. un induit selon l'une des revendications 1 à 11 monté autour libre en rotation autour de l'arbre, l'induit formant un stator et étant en vis-à-vis axialement de l'inducteur, comprenant
 - i. une pluralité de dents, chacune des dents ayant une surface externe en vis à vis de surfaces des deuxièmes portions des griffes, les surfaces externes des dents étant de forme complémentaire avec les surfaces externes des deuxièmes portions des griffes formant un entrefer,
 - ii. au moins trois bobinages, chaque bobinage formant une phase de l'induit montée dans des encoches entre les dents de l'induit.

15/Démarreur comprenant une machine électrique selon l'une des revendications 12 et 13 comprenant

- d. un arbre comprenant l'axe X,

- e. dans lequel le nombre de griffes de l'inducteur par groupe de griffes est compris entre 2 et 4 et en ce que l'inducteur est monté autour de l'arbre libre en rotation avec celui-ci formant le stator,
- 5 f. un induit selon l'une des revendications 1 à 11, monté fixe sur l'arbre formant le rotor en vis-à-vis axialement de l'inducteur, comprenant une pluralité de dents, chacune des dents ayant une surface externe en vis à vis de surfaces des deuxièmes portions des griffes, les surfaces externes des dents étant de forme complémentaire avec les surfaces externes des deuxièmes portions des griffes formant un entrefer, l'induit comprenant un bobinage monté dans des encoches entre les dents de
10 l'induit,
- g. un collecteur monté sur l'arbre lié en rotation avec celui-ci comprenant des lames reliant les bobinages de l'induit.

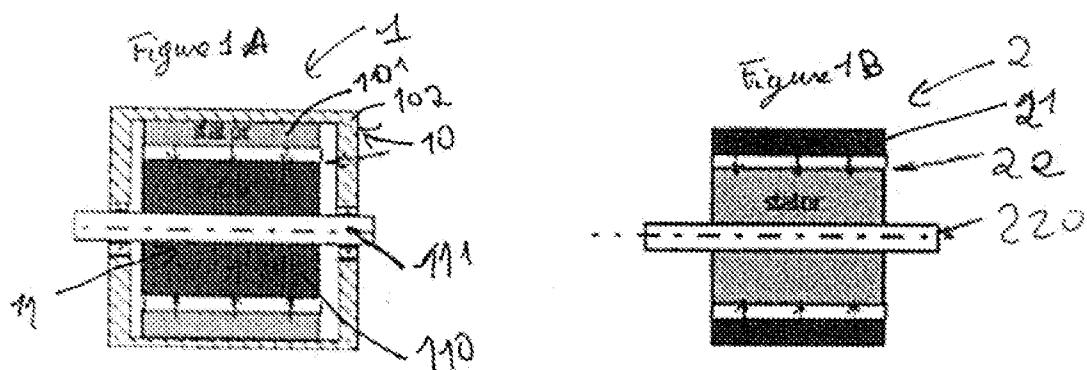


Figure 2a

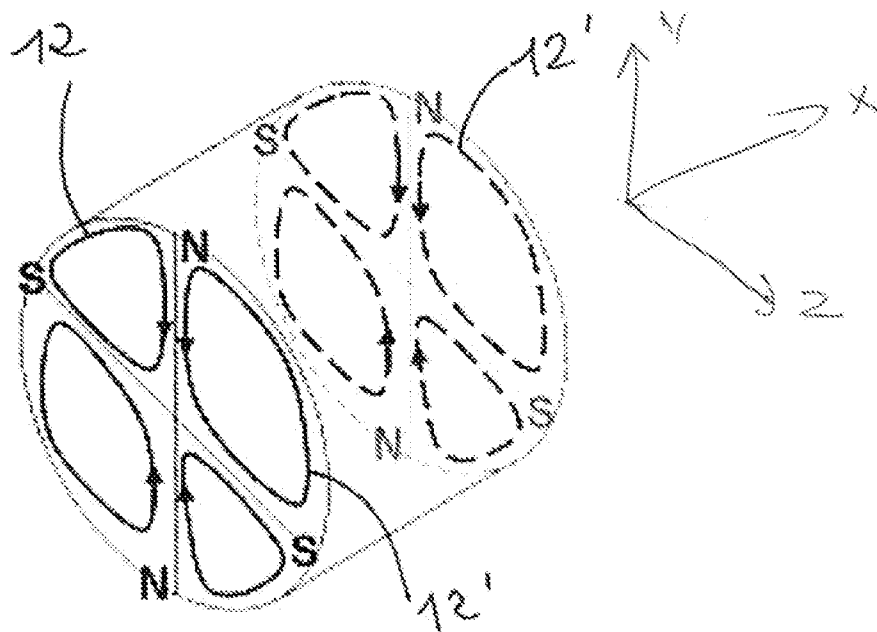


Fig 2b

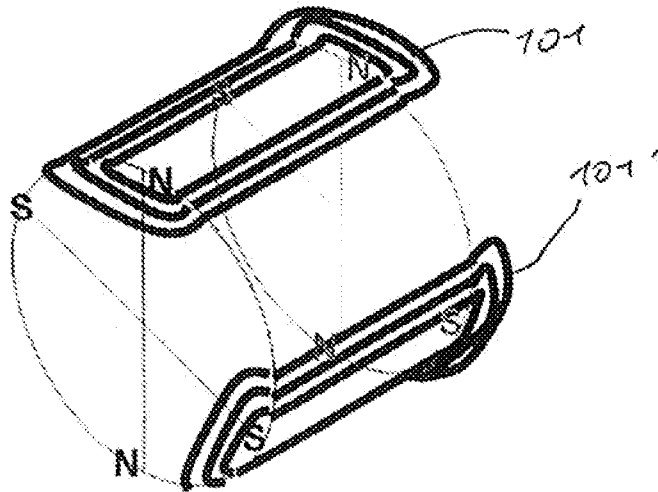


Figure 3a

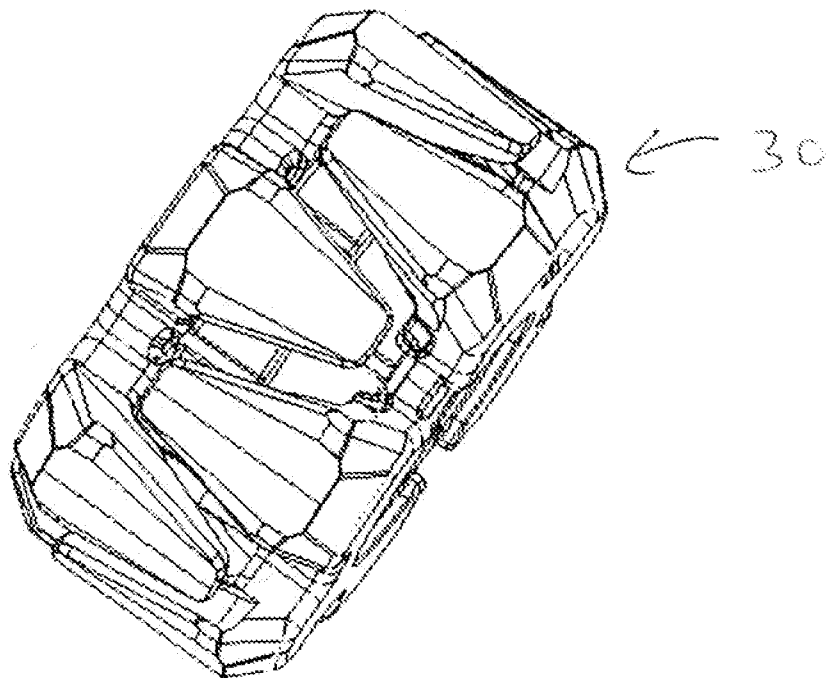


Figure 3b

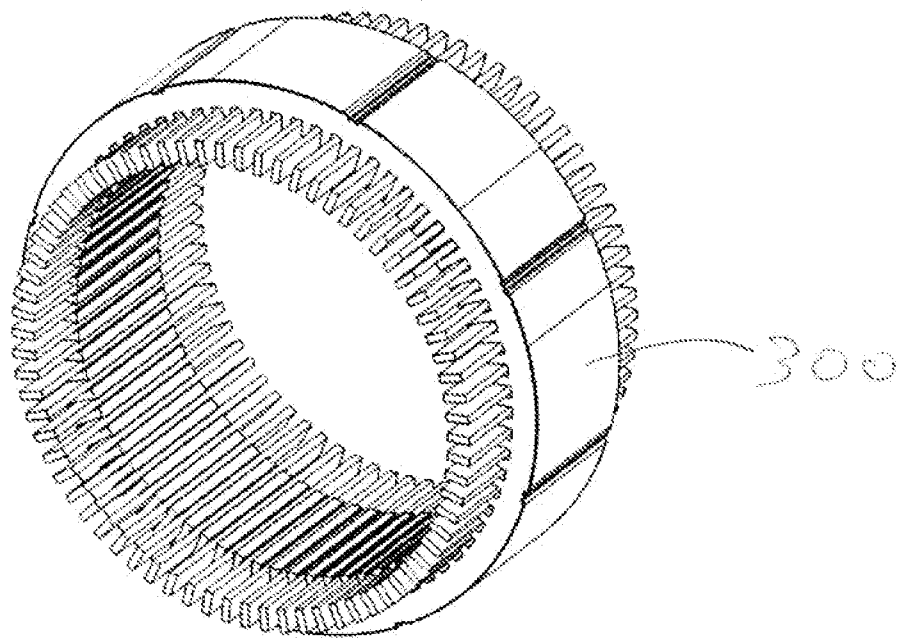


Figure 3c

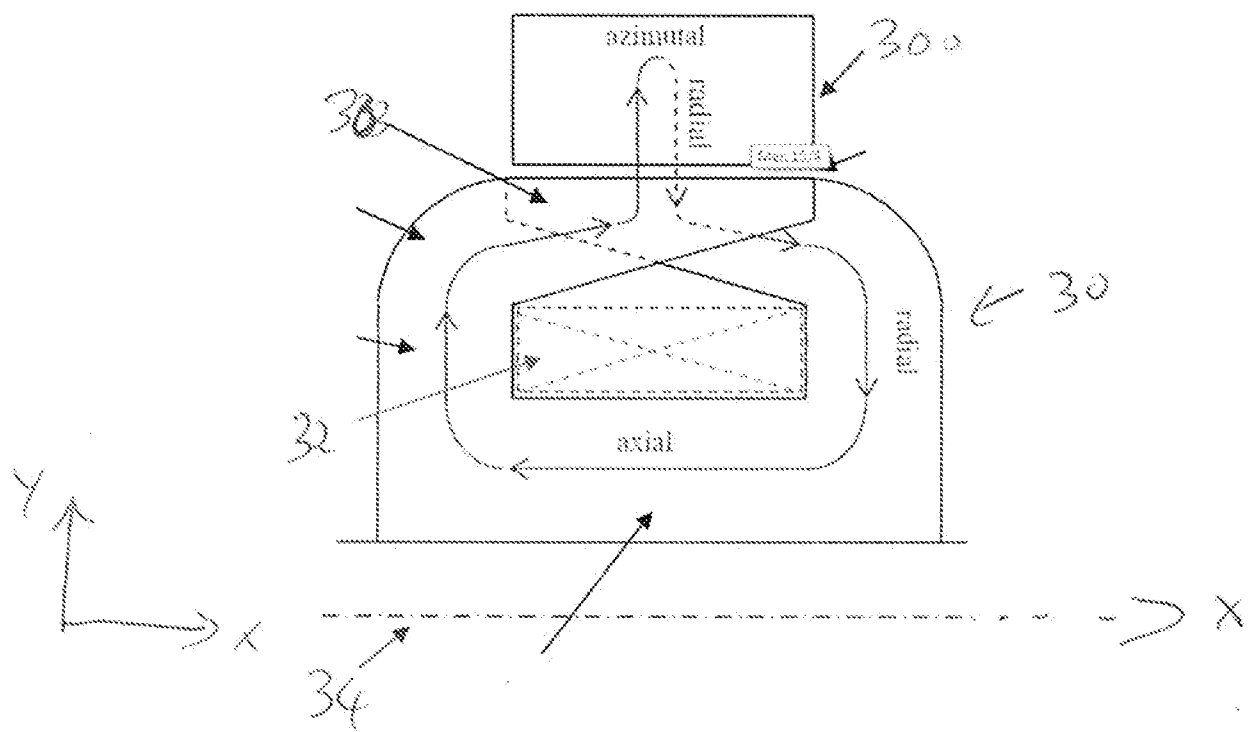


Figure 3d

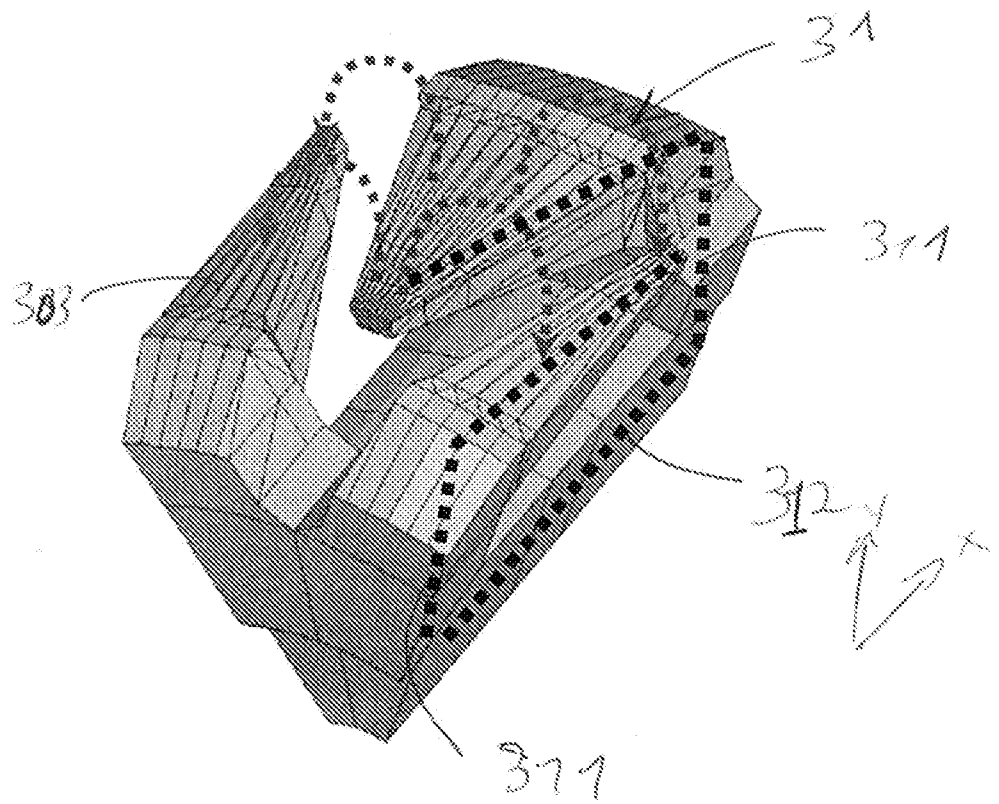


Figure 4a

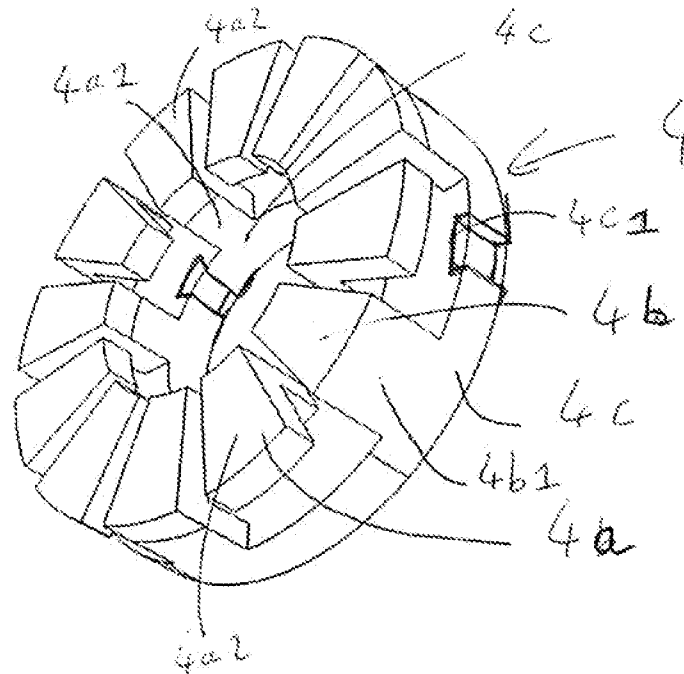


Figure 4b

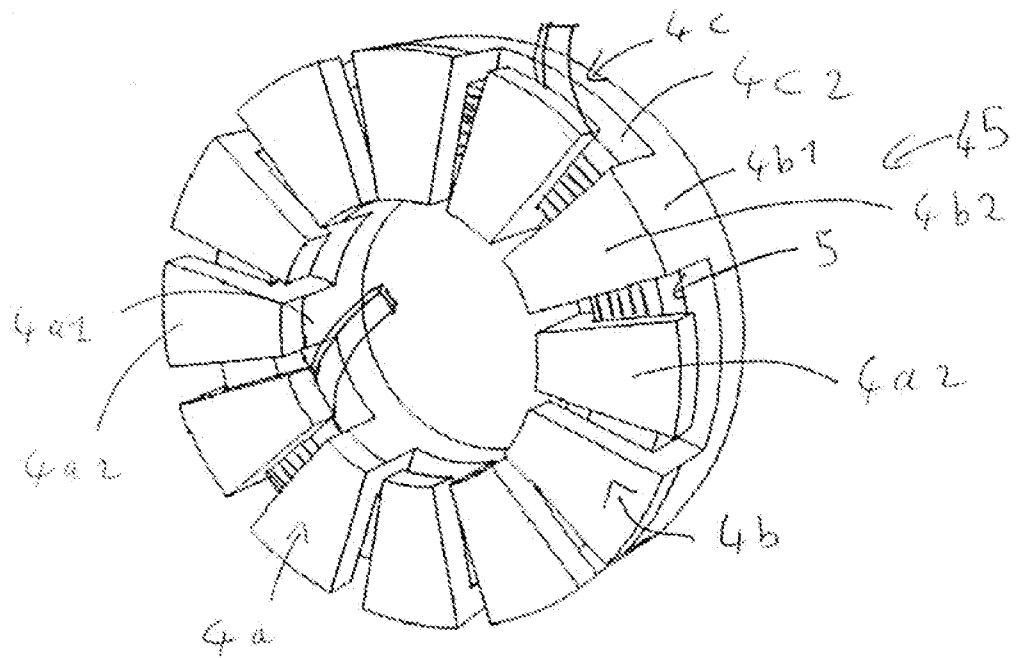


Figure 4c

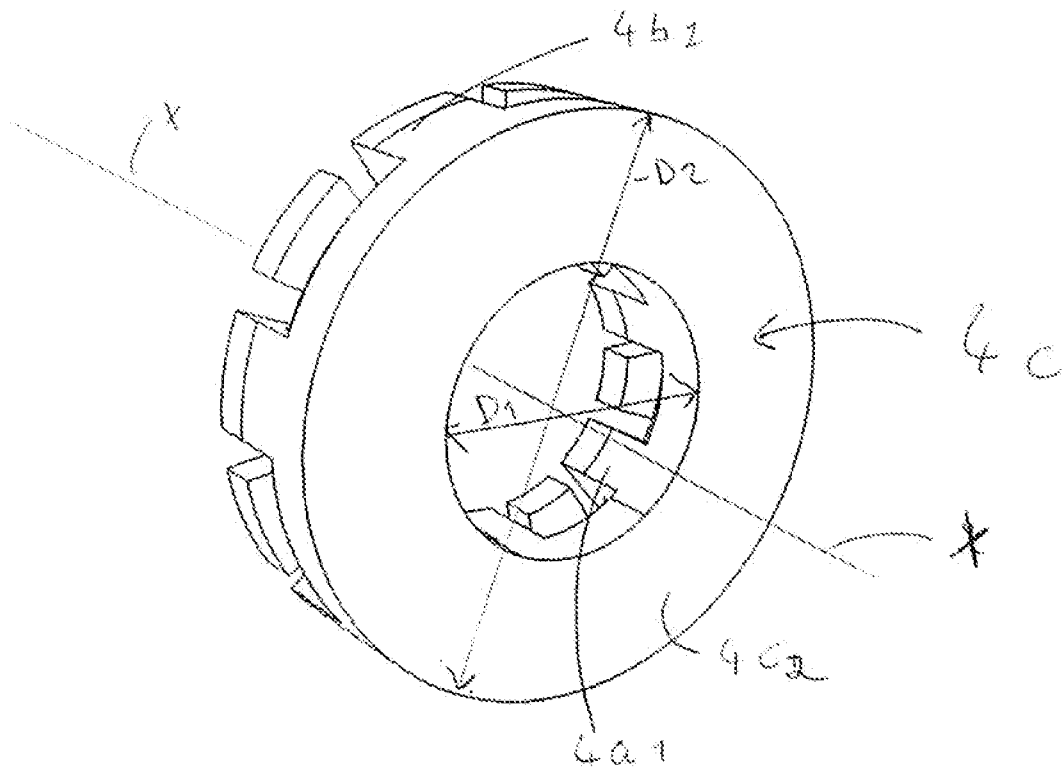


Figure 5

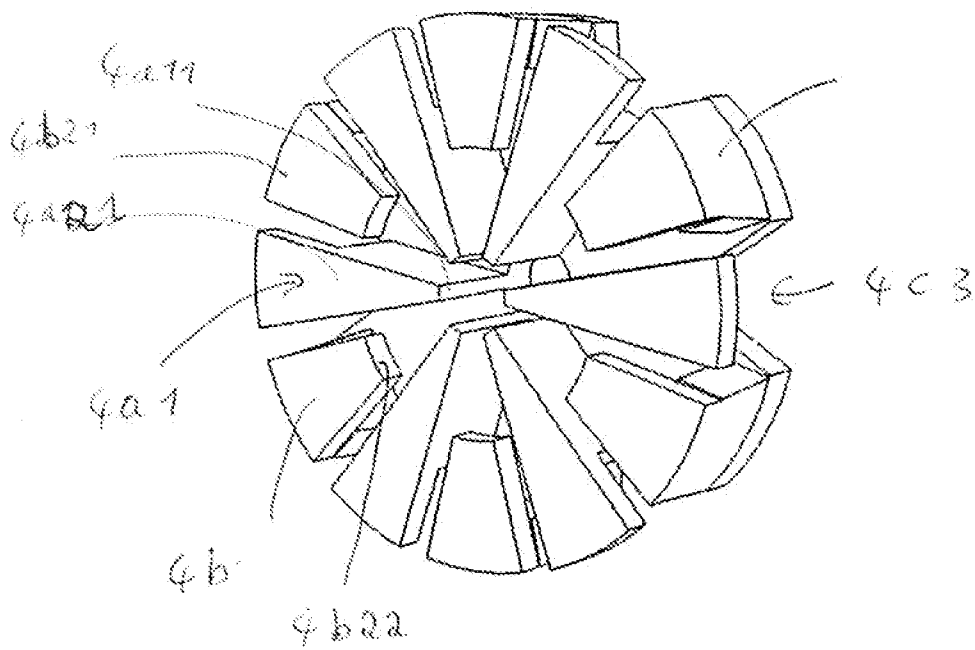


Figure 6a

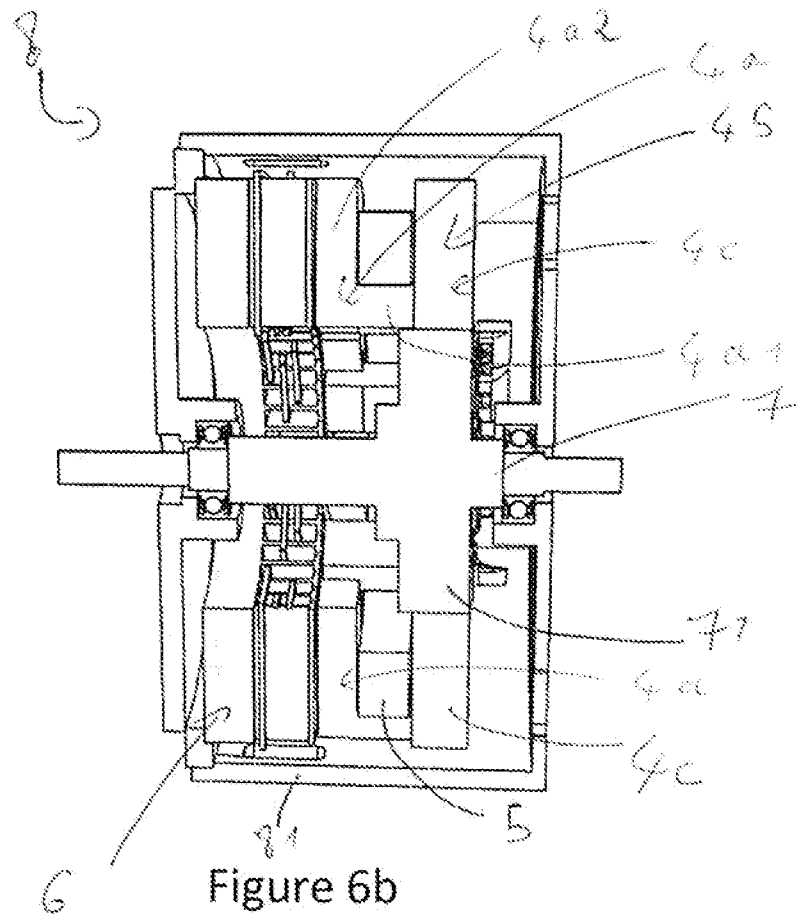


Figure 6b

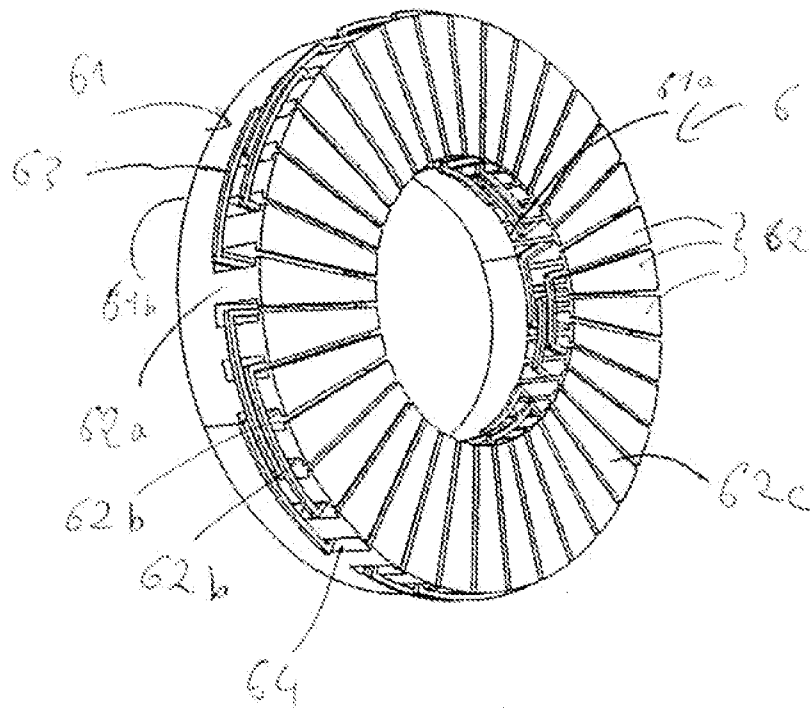


Figure 6C

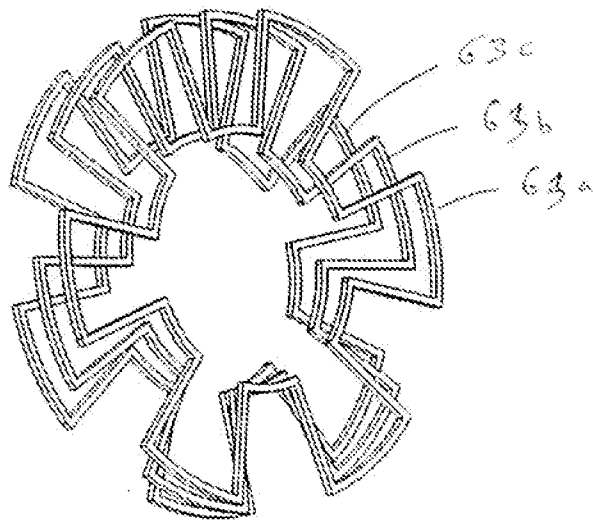


Figure 6D

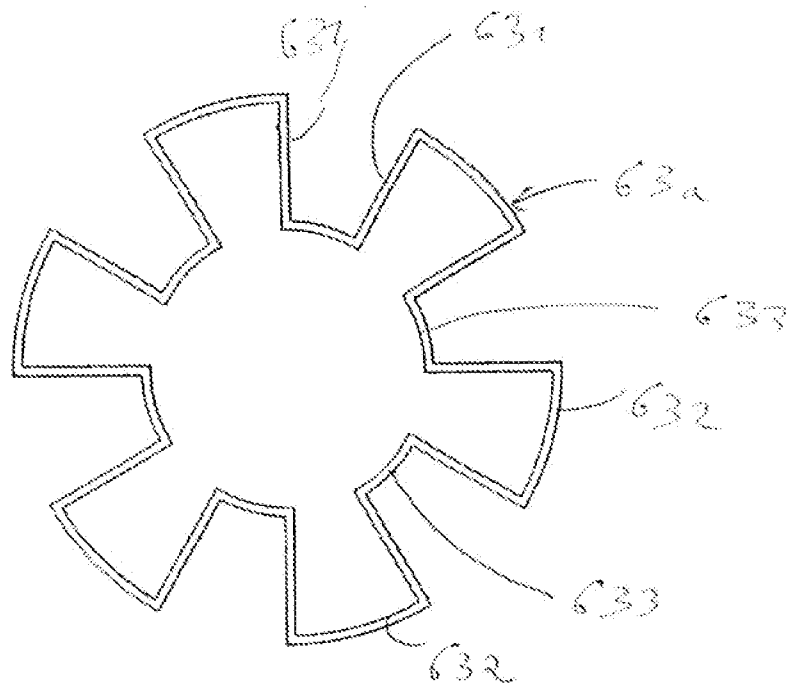


Figure 8a

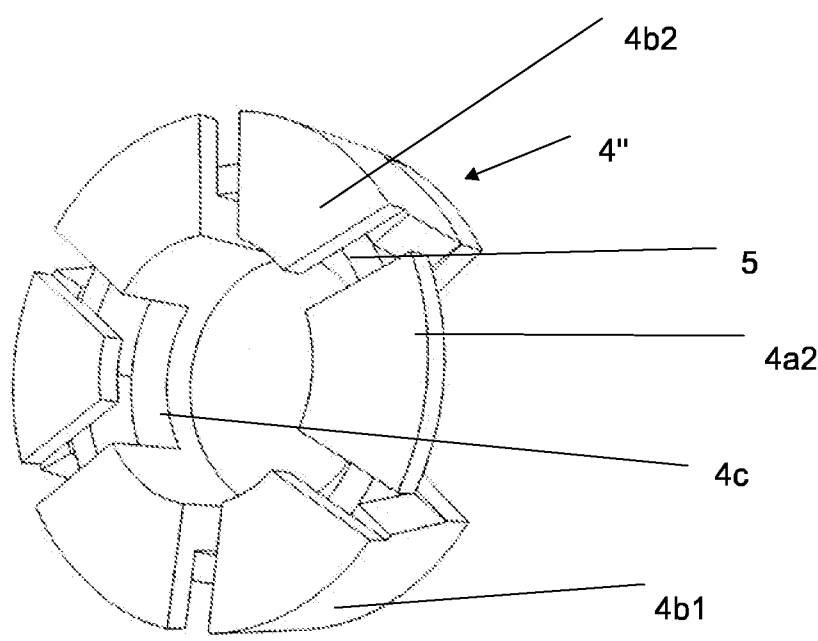


Figure 8b

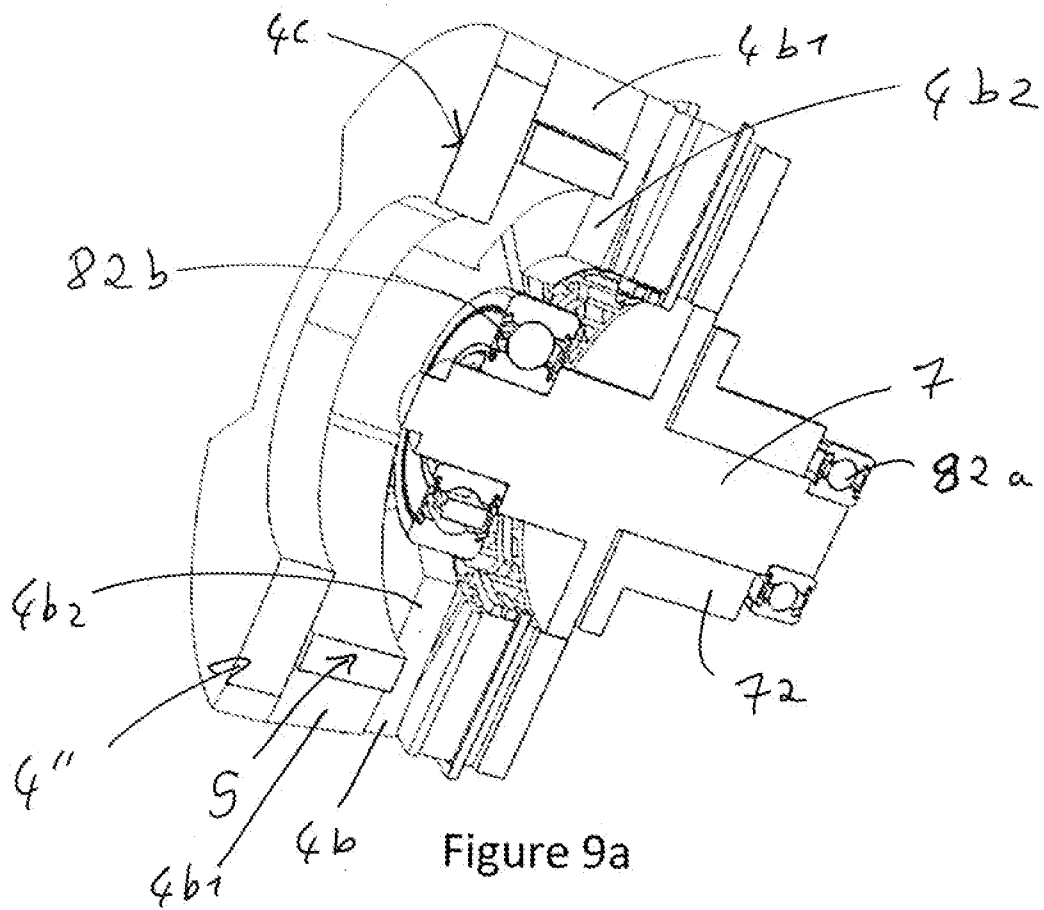
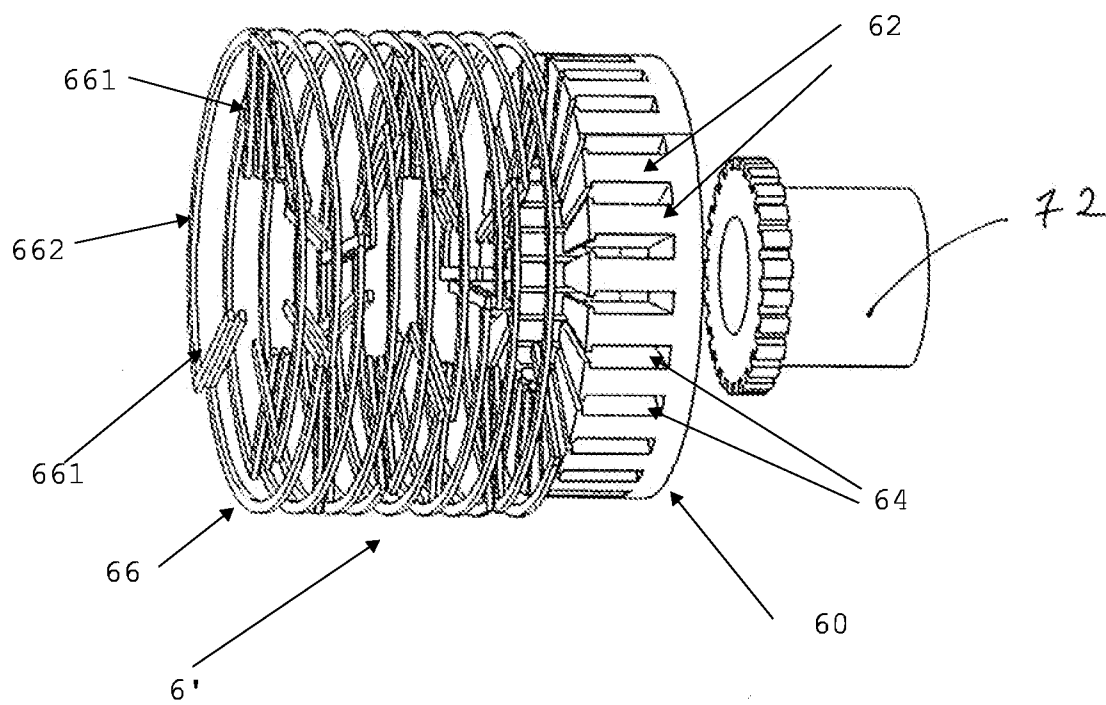


Figure 9a



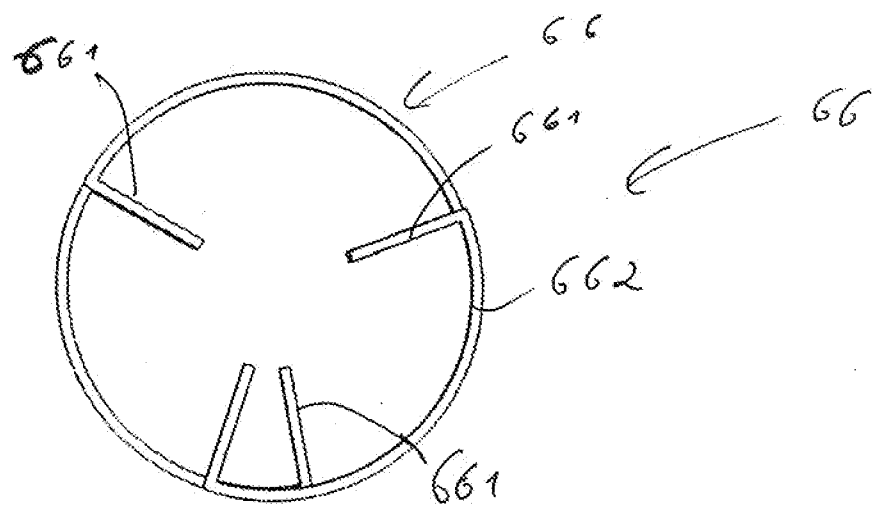
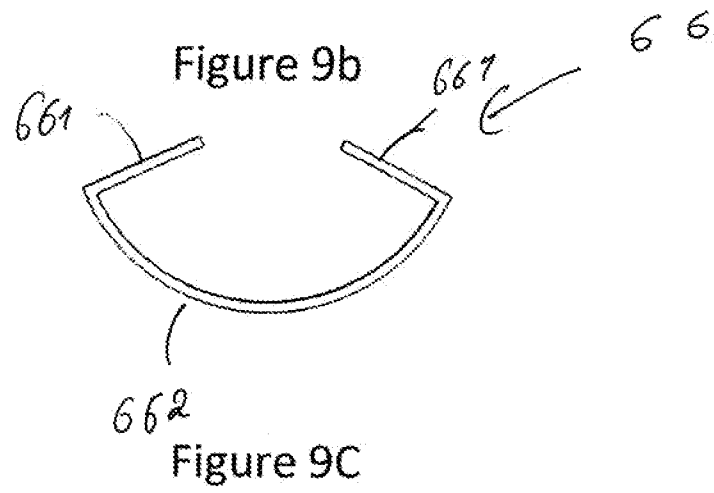


Figure 9d

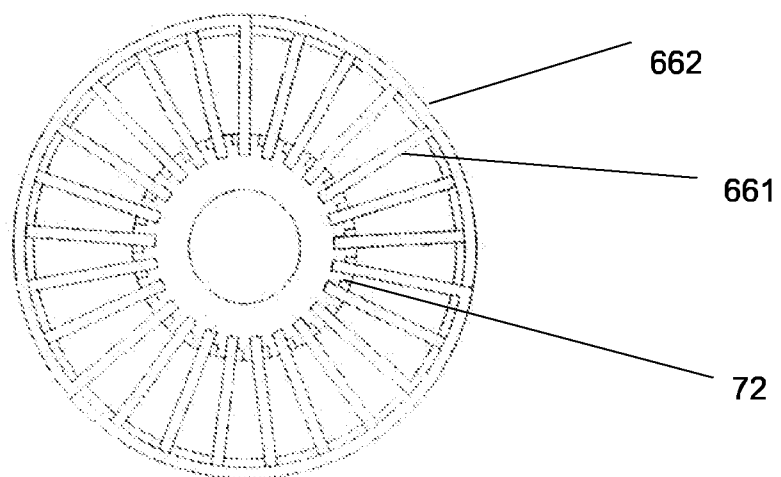


Figure 10a

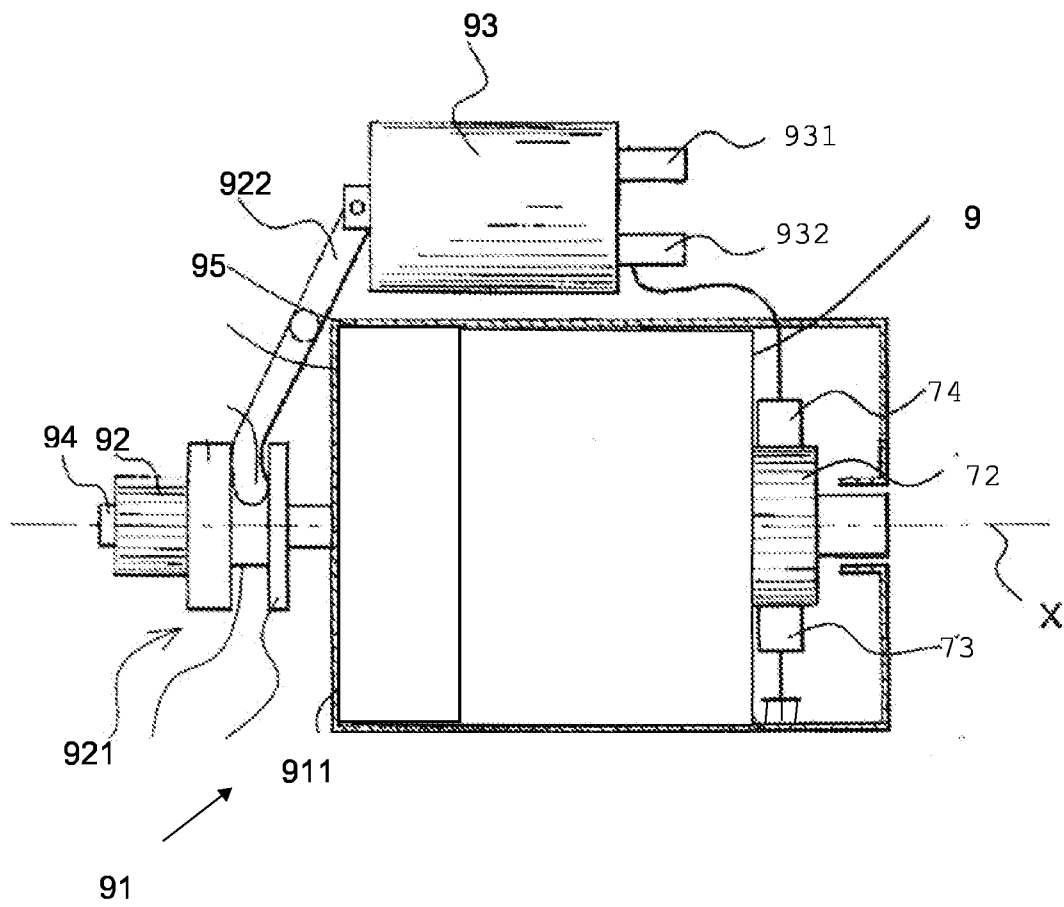


Figure 10b

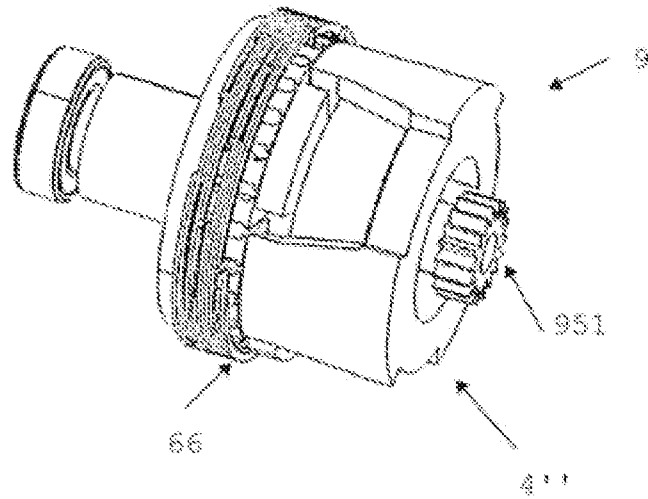


Figure 10C

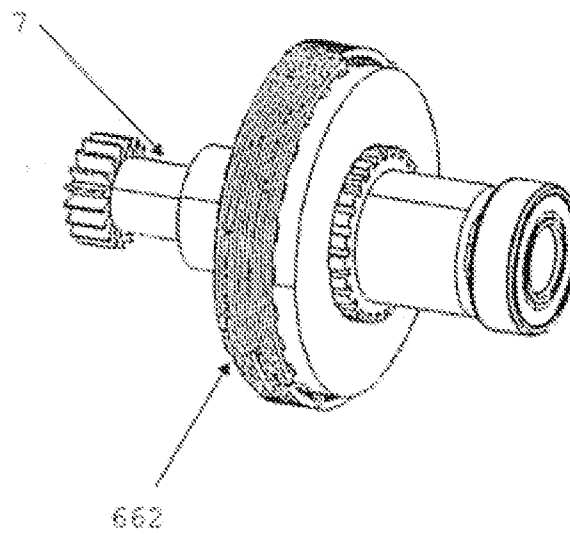
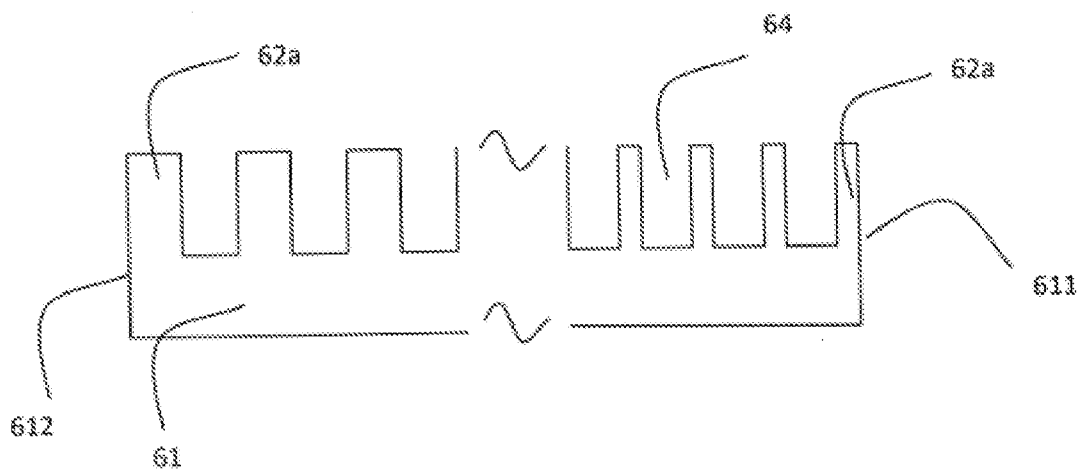


Figure 6E'



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/FR2017/051661

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. H02K1/24 H02K1/16 H02K19/10
ADD. H02K19/22 H02K3/28 H02K3/12 H02K1/14

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)
H02K

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.
X	US 3 435 267 A (BEYERSDORF HARTWIG ET AL) 25 March 1969 (1969-03-25) column 5 - column 6; figures 3,7-12 column 15 - column 16; figures 33-36 column 11 - column 13; figures 20,23,25 -----	1,4-15
X	WO 2015/107791 A1 (HITACHI LTD [JP]) 23 July 2015 (2015-07-23) figures 7,8,15 -----	1
A	DE 20 33 818 A1 (KUSNETSOW N; MURYGIN A) 20 January 1972 (1972-01-20) page 13 - page 14; figure 5 -----	1-15
A	US 2014/042851 A1 (TAKEMOTO YOSHIAKI [JP] ET AL) 13 February 2014 (2014-02-13) figures 73,74 ----- -/--	12-15



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

31 August 2017

Date of mailing of the international search report

07/09/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Brandt, Isabelle

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/FR2017/051661

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 052 179 A1 (CARD 0 MATIC PTY LTD	1,4-11
A	[AU]) 26 May 1982 (1982-05-26) figure 1 -----	12-15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/FR2017/051661

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 3435267	A	25-03-1969	BE 675213 A	16-05-1966
			CH 448243 A	15-12-1967
			FR 1464391 A	30-12-1966
			GB 1140021 A	15-01-1969
			SE 313367 B	11-08-1969
			US 3435267 A	25-03-1969

WO 2015107791	A1	23-07-2015	JP 2015133854 A	23-07-2015
			US 2016329766 A1	10-11-2016
			WO 2015107791 A1	23-07-2015

DE 2033818	A1	20-01-1972	NONE	

US 2014042851	A1	13-02-2014	CN 103580406 A	12-02-2014
			JP 6148085 B2	14-06-2017
			JP 2014161198 A	04-09-2014
			US 2014042851 A1	13-02-2014

EP 0052179	A1	26-05-1982	AT 18834 T	15-04-1986
			BR 8104897 A	13-04-1982
			CA 1176295 A	16-10-1984
			DE 3174177 D1	30-04-1986
			EP 0052179 A1	26-05-1982
			US 4410820 A	18-10-1983

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2017/051661

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. H02K1/24 H02K1/16 H02K19/10 ADD. H02K19/22 H02K3/28 H02K3/12 H02K1/14		
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) H02K		
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
X	US 3 435 267 A (BEYERSDORF HARTWIG ET AL) 25 mars 1969 (1969-03-25) colonne 5 - colonne 6; figures 3,7-12 colonne 15 - colonne 16; figures 33-36 colonne 11 - colonne 13; figures 20,23,25 -----	1,4-15
X	WO 2015/107791 A1 (HITACHI LTD [JP]) 23 juillet 2015 (2015-07-23) figures 7,8,15 -----	1
A	DE 20 33 818 A1 (KUSNETSOW N; MURYGIN A) 20 janvier 1972 (1972-01-20) page 13 - page 14; figure 5 -----	1-15
A	US 2014/042851 A1 (TAKEMOTO YOSHIAKI [JP] ET AL) 13 février 2014 (2014-02-13) figures 73,74 ----- -/--	12-15
☒ 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 31 août 2017		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 07/09/2017
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Brandt, Isabelle

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	EP 0 052 179 A1 (CARD 0 MATIC PTY LTD	1,4-11
A	[AU]) 26 mai 1982 (1982-05-26) figure 1 -----	12-15

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2017/051661

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 3435267	A	25-03-1969	BE 675213 A	16-05-1966
			CH 448243 A	15-12-1967
			FR 1464391 A	30-12-1966
			GB 1140021 A	15-01-1969
			SE 313367 B	11-08-1969
			US 3435267 A	25-03-1969

WO 2015107791	A1	23-07-2015	JP 2015133854 A	23-07-2015
			US 2016329766 A1	10-11-2016
			WO 2015107791 A1	23-07-2015

DE 2033818	A1	20-01-1972	AUCUN	

US 2014042851	A1	13-02-2014	CN 103580406 A	12-02-2014
			JP 6148085 B2	14-06-2017
			JP 2014161198 A	04-09-2014
			US 2014042851 A1	13-02-2014

EP 0052179	A1	26-05-1982	AT 18834 T	15-04-1986
			BR 8104897 A	13-04-1982
			CA 1176295 A	16-10-1984
			DE 3174177 D1	30-04-1986
			EP 0052179 A1	26-05-1982
			US 4410820 A	18-10-1983
