



(43) Date de la publication internationale
30 octobre 2014 (30.10.2014)

WIPO | PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2014/174200 A2

(51) Classification internationale des brevets :
H02K 3/34 (2006.01) *H02K 1/12* (2006.01)
H02K 3/52 (2006.01) *H02K 15/08* (2006.01)
H02K 3/46 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2014/050968

(22) Date de dépôt international :
22 avril 2014 (22.04.2014)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
1353688 23 avril 2013 (23.04.2013) FR

(71) Déposant : VALEO EQUIPEMENTS ELECTRIQUES
MOTEUR [FR/FR]; 2, rue André Boulle, F-94016 Créteil
Cedex (FR).

(72) Inventeurs : WALME, Benoît; 17, rue des Petits Prés, F-
78810 Feucherolles (FR). PISAREK, Rafal; ul. Polna 5,
Poland, 43-250 Pawlowice (PL).

(74) Mandataire : RIBEIL, Alexandre; Valeo Equipements
Electriques Moteur, 2, rue André Boulle, F-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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, 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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

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

(54) Title : INSULATING ELEMENT PROVIDED WITH HOOKS FOR HOLDING THE WINDING WIRES OF AN ELECTRICAL MACHINE STATOR, AND CORRESPONDING STATOR

(54) Titre : ÉLÉMENT ISOLANT MUNI DE CROCHETS DE MAINTIEN DE FILS DE BOBINAGE D'UN STATOR DE MACHINE ÉLECTRIQUE ET STATOR CORRESPONDANT

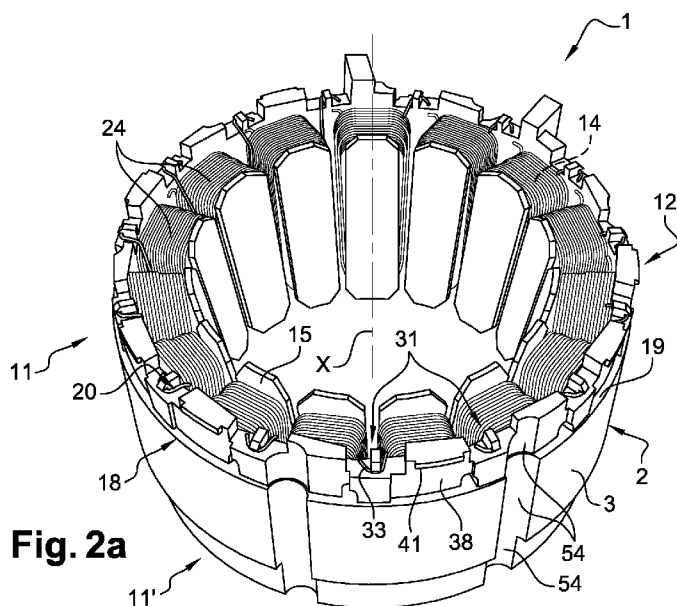


Fig. 2a

(57) Abstract : The invention relates mainly to an insulating element (11) for holding the winding wires of a rotary electrical machine stator (1). According to the invention, this insulating element (11) comprises an annular support (12) having an internal bearing face (18) designed to bear firmly against a radial end face (19) of the stator (1) and hooks (31), each hook (31), together with an external face (20) of the support which is an opposite face to the internal bearing face (18), delimiting a space through which an end (33) of at least one wire of a coil (24) can pass in order to hold it in position during a coil-winding operation.

(57) Abrégé : L'invention porte principalement sur un élément isolant (11) de maintien de fils de bobinage pour un stator (1) de machine électrique tournante. Conformément à l'invention, cet élément isolant (11) comporte un support annulaire (12) ayant une face interne d'appui (18) adaptée à être plaquée contre une face radiale d'extrémité (19) du stator (1) ainsi que des crochets (31), chaque crochet (31) délimitant, avec une face externe (20) du support opposée à la face interne d'appui (18), un espace autorisant un passage d'une extrémité (33) d'au moins un fil d'une bobine (24) pour son maintien lors d'une opération de bobinage.

WO 2014/174200 A2

ELEMENT ISOLANT MUNI DE CROCHETS DE MAINTIEN DE FILS DE BOBINAGE D'UN STATOR DE MACHINE ELECTRIQUE ET STATOR CORRESPONDANT

DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

L'invention porte sur un élément isolant muni de crochets de maintien de fils de bobinage d'un stator de machine électrique ainsi que sur le stator correspondant. L'invention trouve une application particulièrement avantageuse dans le domaine des machines électriques tournantes telles qu'un alternateur, ou un moteur électrique. L'invention pourra être utilisée avantageusement avec un compresseur de fluide réfrigérant de climatiseur pour véhicule automobile.

ETAT DE LA TECHNIQUE

On connaît des machines électriques comportant un stator et un rotor solidaire d'un arbre assurant la mise en mouvement d'un compresseur à spirale, également connu sous le nom de "compresseur scroll". Un tel système comporte deux spirales intercalées comme des palettes pour pomper et comprimer le fluide réfrigérant. En général, une des spires est fixe, alors que l'autre se déplace excentriquement sans tourner, de manière à pomper puis emprisonner et comprimer des poches de fluide entre les spires. Un tel système est par exemple décrit dans le document EP1865200.

Le stator comporte un corps réalisé en tôles feuilletées pour diminuer les courants de Foucault. Le corps présente à sa périphérie externe une paroi annulaire, appelée culasse, et des dents issues de la périphérie interne de la paroi annulaire présentant une périphérie externe en contact avec un boîtier que comporte la machine électrique tournante. Ce boîtier, appelé également carter, est configuré pour porter à rotation l'arbre du rotor via des roulements à billes et/ou à aiguilles comme visible par exemple dans les figures 1 et 2 du document EP1865200.

Les dents du stator d'orientation radiale sont réparties sur la paroi du corps du stator et s'étendent vers l'intérieur du stator en direction du rotor. Un entrefer existe entre l'extrémité libre des dents, définissant la périphérie

interne du corps du stator, et la périphérie externe du rotor, qui pourra être un rotor à aimants permanents. Les dents définissent avec la paroi annulaire des encoches ouvertes vers l'intérieur et destinées à recevoir des bobinages, par exemple en forme de bobines, pour formation d'un stator polyphasé par exemple du type triphasé.

Pour obtenir les bobines du bobinage du stator, on effectue une opération de bobinage consistant à enrouler au moins un fil conducteur autour des différents pôles. En effet, une bobine pourra être réalisée à partir d'un seul ou d'une pluralité de fils en parallèle. Les bobines d'excitation de chaque pôle sont reliées électriquement entre elles par des fils de liaison en série ou en parallèle. Pour réaliser de manière convenable l'opération de bobinage, il est nécessaire de maintenir fixe une extrémité des fils des bobines.

OBJET DE L'INVENTION

L'invention vise à répondre à ce besoin en proposant un élément isolant de maintien de fils de bobinage pour un stator de machine électrique tournante caractérisé en ce qu'il comporte un support annulaire ayant une face interne d'appui adaptée à être plaquée contre une face radiale d'extrémité du stator ainsi que des crochets, chaque crochet délimitant, avec une face externe du support opposée à la face interne d'appui, un espace autorisant un passage d'une extrémité d'au moins un fil d'une bobine pour son maintien lors d'une opération de bobinage.

Ainsi, les crochets de l'élément isolant permettent de maintenir les extrémités des fils des dernières spires des bobines lors des opérations de bobinage. Ces crochets permettent également de conserver une tension mécanique sur les fils des bobines.

Selon une réalisation, les crochets ont une hauteur adaptée au diamètre du fil des bobines.

Selon une réalisation, les crochets ont une hauteur adaptée au nombre de tours du fil des bobines autour des crochets.

Selon une réalisation, la position des crochets dépend d'un sens d'enroulement du fil des bobines.

Selon une réalisation, chaque crochet est destiné à être positionné sur la droite de la bobine qui lui correspond pour un sens d'enroulement anti-horaire ou sur la gauche de la bobine qui lui correspond pour un sens d'enroulement horaire.

Selon une réalisation, chaque crochet comporte un plot issu de la face externe du support et une patte située du côté d'une extrémité libre du plot s'étendant en saillie en direction d'une périphérie externe du support.

Selon une réalisation, chaque patte présente la forme d'une rampe triangulaire du côté opposé de l'espace autorisant le passage de l'extrémité du fil de bobine.

Selon une réalisation, l'élément isolant comporte en outre des murets intercalés chacun entre deux crochets successifs en sorte qu'il existe une alternance entre les crochets et les murets sur une circonférence du support.

Selon une réalisation, chaque crochet étant positionné entre deux faces latérales de deux murets adjacents tournées l'une vers l'autre, le crochet est séparé de chacune de ces faces d'un espace suffisant pour autoriser un passage d'une aiguille de bobinage.

Selon une réalisation, une pluralité de murets sont munis chacun d'une languette s'étendant en saillie depuis une face du muret tournée vers une périphérie externe du support pour former des systèmes de maintien de faisceaux de fils électrique reliés à des bobines du stator.

Selon une réalisation, du côté de la face d'appui, la périphérie interne du support comporte des évidements destinés à recevoir des extrémités d'isolants d'encoche positionnés à l'intérieur d'encoches du stator.

Selon une réalisation, le support comporte en outre sur sa face d'appui au moins deux dispositifs d'encliquetage pour le positionnement angulaire de l'élément sur une face d'extrémité du stator.

Selon une réalisation, le support comporte sur sa face d'appui des creux destinés à venir en regard de rivets du stator situés sur une même circonférence.

Selon une réalisation, l'élément isolant comporte en outre des bras répartis circonférentiellement autour du support s'étendant radialement par rapport au support depuis une périphérie interne du support vers l'intérieur du support destinés à venir en appui contre des dents du stator réparties régulièrement sur une périphérie interne d'une paroi annulaire dudit stator, chaque crochet étant associé à un bras.

Selon une réalisation, chaque crochet est décalé angulairement par rapport à un plan médian du bras auquel est associé ledit crochet.

Selon une réalisation, l'élément isolant comporte en outre des rebords s'étendant de part et d'autre des bras.

L'invention a également pour objet un stator pour machine électrique tournante muni d'un élément isolant selon l'invention destiné à être plaqué contre une face radiale d'extrémité dudit stator.

L'invention a également pour objet un procédé de bobinage d'un stator pour machine électrique tournante muni d'un élément isolant, ledit élément isolant comprenant des crochets.

Selon une caractéristique générale, le procédé comporte les étapes suivantes :

- une étape de maintien du stator dans un support ;
- une première étape d'enroulement d'un fil autour d'un premier bras dudit stator pour former une bobine ;
- une étape d'accrochage de la dernière spire de ladite bobine autour d'un crochet dédié à la dite bobine formée situé sur élément isolant directement à côté de ladite bobine ;
- une deuxième étape d'enroulement dudit fil autour d'un bras dudit stator adjacent au bras sur lequel ladite bobine a été enroulée pour former une bobine suivante adjacente.

Selon un mode de mise en œuvre, le procédé comprend en outre à l'issue de l'étape d'accrochage, une étape d'enroulement du fil autour de deux plots du support dédiés à ladite bobine formée.

On obtient ainsi une longueur de fil qui permet la connexion électrique de la bobine formée d'une phase avec la bobine suivante de la même phase, à laquelle la bobine formée doit être connectée.

Selon un mode de mise en œuvre, à l'issue de ladite deuxième étape d'enroulement autour d'un bras, on répète lesdites étape d'accrochage et d'enroulement pour former des bobines sur l'ensemble des bras du stator, ledit procédé comprenant en outre une étape de découpage de chacune des portions de fil situées entre le crochet d'accrochage dédié à une bobine et les deux plots du support dédiés à la même bobine.

Il est ainsi possible de bobiner avec un fil de manière continue l'ensemble des bobines puis de couper les fils après.

BREVE DESCRIPTION DES FIGURES

L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui suit et à l'examen des figures qui l'accompagnent. Ces figures ne sont données qu'à titre illustratif mais nullement limitatif de l'invention.

La figure 1 montre une vue en perspective d'un stator assemblé selon l'invention;

La figure 2a est une vue en perspective du stator selon l'invention sans les faisceaux reliant les bobines entre elles pour former les différentes phases de la machine électrique;

La figure 2b est une vue détaillée de la partie supérieure du stator de la figure 2a;

La figure 3 montre une vue de dessous de l'élément électriquement isolant selon l'invention;

La figure 4 montre la zone de contact entre un bras de l'élément isolant selon l'invention et une dent du stator;

La figure 5a montre une vue de côté d'un crochet de maintien de l'élément isolant selon l'invention autour duquel le fil a été enroulé une fois;

La figure 5b montre une vue de côté d'un crochet de maintien de l'élément isolant selon l'invention autour duquel le fil a été enroulé deux fois;

La figure 6 est une vue en perspective éclatée du stator selon l'invention sans le bobinage ;

Les figures 7a et 7b montrent respectivement des vues en perspective de dessus et de dessous de l'autre élément électriquement isolant;

La figure 8 montre un schéma des connexions électriques des bobines du stator selon l'invention entre elles;

La figure 9 montre une vue de dessus du stator faisant apparaître les regroupements des différentes entrées des bobines entre elles pour la réalisation des points neutre de la machine électrique;

La figure 10 montre une représentation schématique de la configuration des connexions des fils issus d'une sortie de phase;

Les figures 11a et 11b montrent de manière schématique le positionnement des crochets en fonction du sens d'enroulement du fil des bobines vues depuis l'intérieur du stator ; et

La figure 12 illustre de manière schématique les différentes étapes de bobinage d'un stator selon l'invention.

Les éléments identiques, similaires ou analogues conservent la même référence d'une figure à l'autre.

DESCRIPTION D'EXEMPLES DE REALISATION DE L'INVENTION

Les figures 1, 2a, 2b, 6 et 9 montrent un stator 1 de machine électrique tournante, tel qu'un compresseur de fluide réfrigérant de climatiseur pour véhicule automobile. En variante, la machine consiste en un alternateur ou en un moteur électrique.

Ce stator 1 comporte un corps 2 sous la forme d'un paquet de tôles feuilletées présentant à sa périphérie externe une paroi annulaire 3, appelé culasse, et des dents 5 issues de la périphérie interne de la paroi annulaire

3. Ces dents 5 sont réparties circonférentiellement de manière régulière et s'étendent vers l'intérieur en direction du rotor de la machine tel qu'un rotor à aimants permanents. Les dents 5 délimitent deux à deux des encoches 8, deux encoches 8 successives étant ainsi séparées par une dent 5. Ces dents 5 présentent à leur extrémité libre des retours 9 s'étendant circonférentiellement de part et d'autre de la dent 5. Les extrémités libres des dents 5 délimitent, de manière connue, un entrefer avec la périphérie externe du rotor de la machine électrique tournante.

Un élément 11 électriquement isolant est plaqué d'un côté du stator. Cet élément 11 pourra être en matière plastique moulable, par exemple en PA 6.6. L'élément 11 en matière plastique pourra être renforcé par des fibres, telles que des fibres de verre. Cet élément 11 comporte à sa périphérie externe un support 12 en forme d'anneau d'axe X présentant une orientation axiale, et des bras 14 répartis circonférentiellement qui s'étendent radialement depuis une périphérie interne du support 12 vers l'intérieur de l'élément 11. L'axe X de l'élément 11 est sensiblement confondu avec l'axe du stator 1. Les bras 14 se terminent chacun à leur extrémité libre par un rebord 15 qui s'étend circonférentiellement de part et d'autre du bras 14. La fonction du rebord 15 est de retenir dans la direction radiale un bobinage d'excitation enroulé autour d'une dent de chaque pôle du stator 1 visible sur les figures 1, 2a et 2b.

Comme visible aux figures 2a et 2b, l'élément 11 présente une face interne d'appui 18 destinée à être plaquée contre une face 19 radiale d'extrémité du stator et une face externe 20 opposée à la face d'appui 18. La face 19 radiale d'extrémité est inscrite dans le plan perpendiculaire à l'axe du stator 1. Les bras 14 sont répartis régulièrement sur la périphérie interne du support 12 et sont destinés à venir en appui contre les dents 5 du stator 1 de forme correspondante. Les bras 14 sont symétriques par rapport à leur plan médian P1 s'étendant sensiblement radialement par rapport à l'axe X représenté à la figure 3. Entre deux bras 14 successifs, la périphérie interne du support 12 présente deux faces inclinées l'une par rapport à l'autre suivant une forme en V. En l'occurrence, les bras 14 de l'élément isolant sont ici au nombre de quinze, comme les dents 5 du stator 1. Les bras 14, les rebords 15, et la périphérie interne du support 12 délimitent des encoches 22

ayant une forme et des dimensions correspondantes aux encoches 8 du stator 1.

On notera la présence d'une ouverture entre deux rebords d'une même encoche 8, 22. Ces ouvertures permettent le passage d'une aiguille pour formation de bobines 24 appartenant au bobinage polyphasé du stator 1 de manière décrite ci-après.

Comme montré sur les figures 3 et 4, du côté de la face d'appui 18, les bras 14, les rebords 15 et la périphérie interne du support 12 comportent chacun des évidements 26 réalisés dans l'épaisseur de la matière destinés à recevoir les extrémités d'isolants d'encoche 27 du stator. En effet, le stator 1 est équipé d'isolants d'encoche 27 prenant la forme d'une membrane fine, réalisée dans un matériau électriquement isolant et conducteur de chaleur, par exemple un matériau aramide de type dit Nomex (marque déposée). Cette membrane fine est pliée de manière que chaque isolant d'encoche 27 est plaqué contre les parois internes axiales 29 du stator entre deux pôles adjacents (cf. figure 4). Les extrémités des isolants d'encoche 27 qui dépassent axialement du stator peuvent être logées à l'intérieur des évidements 26. Ces isolants ont une faible épaisseur (0, 24 mm à la figure 4). Les évidements ont une profondeur adaptée à celle de l'isolant (0,5 mm à la figure 4).

Ces évidements 26 des bras sont délimités par une face sensiblement perpendiculaire à l'axe X et une face orthogonale sensiblement parallèle aux faces latérales des bras 14. Les évidements 26 des rebords 15, qui se situent dans la continuité des évidements des bras 14, sont délimités par une face sensiblement perpendiculaire à l'axe X et une face orthogonale qui s'étend parallèlement aux faces des rebords 15 tournées vers les encoches 22. Les évidements 26 ménagés dans la périphérie interne du support 12, qui se situent dans la continuité des évidements 26 des bras 14, sont délimités par une face sensiblement perpendiculaire à l'axe X et une face orthogonale qui s'étend parallèlement aux faces 23 de la périphérie interne du support 12. Ainsi, les évidements 26 suivent le contour des encoches 22 de l'élément isolant 11.

Comme cela est bien visible sur les figures 2a, 2b et en particulier les figures 5a et 5b, le support 12 comporte sur sa face externe 20 des crochets 31 délimitant, avec ladite face externe 20, un espace 32 autorisant le passage d'une extrémité 33 d'un ou plusieurs fils formant une bobine 24 pour son maintien lors d'une opération de bobinage. Ces crochets 31 permettent de maintenir en position les extrémités des fils du bobinage polyphasé du stator 1 après la réalisation de chaque bobine.

Ces crochets 31, ici en même nombre que les bras 14, sont situés sur le support 12 à proximité de la périphérie externe des bras 14. Sur la circonférence du support 12, chaque crochet 31 est de préférence légèrement décalé angulairement par rapport au plan médian P1 d'un bras 14 auquel est associé le crochet 31. La position des crochets 31 par rapport aux bobines 24 dépend du sens d'enroulement du fil des bobines autour des dents 5 du stator 1. En effet, pour un sens d'enroulement anti-horaire AH, le crochet 31 est positionné sur la droite de la bobine 24 et donc du bras 14 correspondant pour permettre le maintien de l'extrémité du fil de la dernière spire DS de la bobine 24 comme cela est bien visible sur la figure 11a ainsi que dans la réalisation des figures 2a, 2b, 6 et 8.

En variante, pour un sens d'enroulement horaire H, le crochet 31 est positionné sur la gauche de la bobine 24 et donc du bras 14 correspondant pour permettre le maintien de l'extrémité du fil de la dernière spire DS de la bobine 24, comme cela est bien visible sur la figure 11b. Le positionnement "droite" ou "gauche" d'un crochet 31 donné ainsi que le sens d'enroulement du fil sont indiqués lorsqu'on regarde la bobine correspondante, c'est-à-dire celle dont est issu le fil qui est maintenu par ledit crochet 31, depuis un point situé sur l'axe X de l'élément isolant 11, autrement dit depuis l'intérieur du stator 1. Plus précisément, comme illustré aux figures 5a et 5b, chaque crochet 31 comporte un plot 35 issu de la face externe 20 du support 12 et une patte 36 située du côté d'une extrémité libre du plot 35 s'étendant en saillie en direction de la périphérie externe du support 12.

Les plots 35, de forme globalement parallélépipédique, pourront présenter des arêtes de forme arrondie, en particulier du côté de la périphérie externe du support 12 afin d'éviter de blesser les fils des bobines 24. La patte 36

présente en l'occurrence la forme d'une rampe triangulaire du côté opposé à l'espace 32.

L'espace 32 est délimité par la face du plot 35 tourné du côté de la périphérie externe du support 12, la face de la patte 36 tournée vers la face externe 20, ainsi que la partie de la face externe 20 située en regard de la patte. L'espace 32 est ainsi fermé du côté de la périphérie interne du support 12 par une face du plot 35 contre laquelle vient en appui le ou les fils de l'extrémité d'une bobine 24. L'espace 32 est ouvert latéralement ainsi que du côté de la périphérie externe du support 12 de manière à autoriser le passage de l'extrémité 33 du ou des fils des bobines 24. Chaque crochet 31 a une hauteur H_c et une largeur L_c (cf. figures 2b, 5a, 5b) adaptées au diamètre du fil des bobines 24. La hauteur H_c correspond à la hauteur de l'espace 32 autorisant le passage du fil, comme cela est bien visible sur les figures 5a et 5b. Cette hauteur H_c dépend également du nombre de tours de fil réalisés autour du crochet 31. Ainsi, le crochet 31 de la figure 5b autour duquel le fil de la bobine 24 est enroulé sur deux tours présente une hauteur H_c sensiblement deux fois plus grande que celle du crochet 31 de la figure 5a autour duquel le fil de la bobine 24 est enroulé une seule fois. A titre d'exemple de réalisation, la hauteur H_c suit la formule ci-dessous :

$$H_c = k_f1 + k_f2 + N \cdot D$$

dans laquelle :

- D est le diamètre de fil de bobine couche d'émail comprise ;
- k_f1 et k_f2 sont compris entre 0.05 mm et 0,2 mm et représentent respectivement le jeu laissé du côté haut du crochet et le jeu laissé du côté bas du crochet. Ainsi, avec les jeux k_f1 et k_f2 , on évite de blesser le fil ; et
- N est le nombre de tours autour du crochet.

L'élément isolant 11 comporte en outre des murets 38 bien visibles sur les figures 1, 2a, 2b et 6 s'étendant en saillie axiale par rapport à la face externe 20 à une hauteur supérieure à celle des crochets 31. Ces murets 38 sont intercalés chacun entre deux crochets 31 successifs. Il existe ainsi une alternance entre les crochets 31 et les murets 38 sur la circonférence du support 12. Chaque crochet 31 étant positionné entre deux faces latérales de deux murets 38 adjacents tournées l'une vers l'autre, le crochet 31 est

séparé de chacune de ces faces d'un espace 39 (cf. figure 2b) suffisant pour autoriser un passage d'une aiguille de bobinage.

De préférence, une pluralité de murets 38 sont munis chacun d'une languette 41 bien visible aux figures 2b et 3 s'étendant en saillie depuis une face du muret 38 tournée vers la périphérie externe du support 12 pour former des systèmes 42 de maintien de faisceaux 63 de fils électriques reliés à des bobines 24 du stator. Dans une réalisation, tous les murets 38 sont munis d'une languette 41. Comme décrit plus en détails ci-après, chaque faisceau 63 est formé de plusieurs fils des bobines 24 appartenant à une même phase du stator. Comme montré sur la figure 1, la languette 41 assure la retenue d'un fil de maintien 44 venant en appui contre une face de la languette 41 tournée vers la face d'appui 18 du support 12. Le fil de maintien 44 est également en appui contre les faces latérales d'un muret 38 et passe au-dessus des faisceaux 63 et en dessous de chignons du stator 1 de manière à maintenir les faisceaux 63 plaqués contre les chignons des bobines 24. On rappelle ici que les chignons correspondent aux portions d'extrémité axiale des bobines 24 qui font saillie axialement par rapport à chaque face d'extrémité radiale externe du stator 1.

Sur la face interne d'appui 18, le support 12 comporte au moins deux dispositifs d'encliquetage 48 (de clipsage) montrés sur la figure 3, pour faciliter le positionnement angulaire de l'élément isolant 11 et donc le centrage des éléments isolants 11 sur la face d'extrémité du stator 1 lors du montage. A cet effet, les dispositifs 48 sont destinés à coopérer par encliquetage (clipsage) avec des ouvertures 49 (cf. figure 6) correspondantes ménagées sur chaque face radiale d'extrémité du stator 1.

Sur la face interne d'appui 18, le support 12 comporte également des creux 50 montrés sur la figure 3 par exemple de forme circulaire destinés à venir en regard de rivets 51 du stator (cf. figure 6) situés sur une même circonférence. Ces rivets 51 traversent axialement de part en part l'empilement des tôles du stator 1 pour assurer le maintien des tôles et formation d'un ensemble manipulable et transportable. Ainsi, la face d'appui 18 de l'élément isolant 11 n'interfère pas avec les rivets 51 du paquet de tôles.

Bien entendu, comme mieux visible dans les figures 7a et 7b, un autre élément électriquement isolant 11' est implanté au niveau de l'autre face radiale d'extrémité du stator. Cet isolant 11' est analogue à l'élément 11. Il possède un support 12', des bras 14 à rebords 15 issus de la périphérie interne du support 12', des encoches 22, des évidements 26 de réception de l'isolant d'encoche 27 et deux dispositifs d'encliquetage 48 (de clipsage). Cet isolant 11' se différencie de l'élément isolant 11 uniquement par la forme de son support 12'. Plus précisément, l'élément isolant 11' présente une partie de support 12' dépourvue de crochet 31 et de muret 38. Tout comme l'élément isolant 11, l'élément électriquement isolant 11' pourra être en matière plastique moulable, par exemple en PA 6.6. L'élément en matière plastique pourra être renforcé par des fibres, telles que des fibres de verre.

Dans une variante de réalisation, les bras 14 de l'élément isolant 11' peuvent présenter sur leur face externe des rainures inclinées afin de faciliter le changement de rang lors de l'opération de bobinage consistant à enrouler un fil conducteur autour des différents pôles pour obtenir les bobinages du stator 1. Il en est de même de l'élément isolant 11 qui peut présenter des rainures pour faciliter l'enroulement lors de l'opération d'enroulement. Les rainures ne sont pas inclinées dans ce cas.

Les éléments isolants 11, 11' présentent un diamètre légèrement inférieur au diamètre externe du stator 1 pour permettre le passage de tirants de montage de la machine électrique le long de la face latérale du stator 1. A cet effet, le stator 1 présente à sa périphérie externe des évidements 54 pour le passage des tirants. Il en est de même des éléments isolants 11, 11' comme visible sur les figures 1 et 2a. Les tirants sont implantés sur une circonférence de diamètre supérieur à celle des rivets 51 de fixation du paquet de tôles du stator 1.

Selon une réalisation, les éléments isolants 11, 11' présentent un diamètre externe L1 (cf. figure 3) de l'ordre de 10cm. L'élément 11 présente une hauteur maximale L2 de l'ordre de 11mm. Les bras 14 ont une longueur L3 de l'ordre de 15mm. Les creux 50 présentent une profondeur légèrement supérieure à 1mm. Pour un diamètre de fil de bobine valant par exemple 0.63mm couche d'émail comprise, la hauteur Hc et la largeur Lc des crochets

31 de la figure 5a valent respectivement environ 0.9mm et 2.2mm. Dans la réalisation représentée, l'élément isolant 11 comporte quinze bras 14 ainsi que quinze crochets 31 pour un stator 1 à quinze bobines. Bien entendu, ce nombre d'éléments ainsi que les dimensions de ces éléments seront adaptées en fonction de la configuration du stator 1 à isoler, et en particulier du nombre et de la taille des dents 5 du stator 1, ainsi que du diamètre du fil de bobine.

Lors du montage, l'élément isolant 11 est plaqué via sa face d'appui 18 contre une face d'extrémité du stator 1 de sorte que les dispositifs d'encliquetage 48 coopèrent avec les ouvertures 49 du stator 1 correspondantes. Il en est de même de l'élément 11'. Le positionnement des éléments 11, 11' est tel que les extrémités des isolants d'encoche 27 préalablement positionnés à l'intérieur des encoches 8 du stator 1 qui dépassent axialement du stator 1 sont logées à l'intérieur des évidements 26 de l'élément isolant. Les bras 14 des éléments isolants 11, 11' et l'isolant 27 isolent ainsi électriquement les bobines du bobinage du stator 1, ici du type triphasé, par rapport au paquet de tôles du stator. Ils protègent également les fils des bobinages lors de l'enroulement des fils conducteurs autour des dents 5 du stator 1.

Plus précisément les fils des bobines, tels que des fils en cuivre ou en aluminium recouverts d'une couche électriquement isolante, telle que de l'émail, sont enroulés autour d'une dent 5 du stator et des bras 14 associés des éléments isolants 11, 11' au cours d'une opération de bobinage. Le sens d'enroulement est par exemple anti-horaire, comme représenté sur la figure 11a. Une bobine 24 est dans l'exemple de réalisation illustré par les figures obtenue à partir d'un seul fil mais pourrait en variante être obtenue à partir de plusieurs fils en parallèle. A cet effet, on utilise une aiguille centralement creuse pour permettre un passage du ou des fils qui se déplace circonférentiellement, axialement et radialement par rapport au stator.

Lors de l'opération de bobinage, la première spire des bobines 24 est maintenue par l'opérateur puis piégée par les spires suivantes. Le crochet 31 permet l'accrochage de la dernière spire après l'enroulement du fil pour former la bobine 24. Le crochet 31 permet ainsi de maintenir la tension

mécanique sur le fil. A cet effet, l'extrémité 33 du fil de la dernière spire longe une paroi latérale du plot 35 du crochet 31 tournée du côté de la bobine 24 dont elle est issue et passe à l'intérieur de l'espace 32 délimité par le crochet 31 pour ensuite être rabattue du côté de la face latérale opposée du plot 35, comme cela est bien visible sur les figures 2a et 2b. En variante, comme montré sur la figure 5b, l'extrémité du fil est enroulée sur plusieurs tours, en l'occurrence sur deux tours, autour du plot 35 du crochet 31. Il existe un passage entre deux dents 5 consécutives de sorte qu'une même encoche reçoit deux demi-bobines 24. Les bobines 24 présentent deux parties, appelées chignons, disposées de part et d'autre d'une dent du stator. Ces chignons sont retenus par les rebords 15 des bras 14. Les bobines ont une forme trapézoïdale comme cela est visible à la figure 9. Il est à noter que l'utilisation de l'élément isolant 11 muni des crochets 31 permet d'utiliser le fil en continu pour réaliser l'ensemble des bobines 24 dans la mesure où après avoir réalisé une bobine et l'accrochage de la dernière spire, il n'est pas nécessaire de couper le fil pour passer à la bobine suivante. Si nécessaire, il sera possible de couper les fils à la fin de l'opération de bobinage de l'ensemble des bobines 24.

L'extrémité de la première spire des bobines 24 appelée entrée est destinée à être interconnectée avec d'autres entrées pour former le point neutre de la machine électrique. L'extrémité de la dernière spire maintenue par un crochet 31 appelée sortie est destinée à être interconnectée avec d'autres sorties pour former une des phases U, V, W de la machine. En l'occurrence, les entrées et les sorties comporte un fil unique. En variante, elles pourraient comporter une pluralité de fils en parallèle.

Comme montré sur la figure 8, les sorties des bobines 24, qui sont couplées en parallèle, sont connectées alternativement aux différentes phases de la machine. Ainsi, pour trois bobines 24 successives, la sortie de la première bobine 24 est connectée à la phase U, la sortie de la deuxième bobine 24 est connectée à la phase V, et la sortie de la troisième bobine 24 est connectée à la dernière phase W et ainsi de suite pour l'ensemble des bobines du stator. Les références U_i correspondent ainsi aux sorties des bobines i connectées à la phase U, les références V_j correspondent aux sorties des

bobines j connectées à la phase V tandis que les références W_k correspondent aux sorties des bobines k connectées à la phase W .

Les points neutre de la machine électrique sont réalisés en connectant entre elles les entrées de M bobines successives en des points d'interconnexion, M étant le nombre de phases. Comme cela est bien visible sur les figures 8 et 9, les entrées des bobines 24 sont donc regroupées par groupe de trois en $15/3=5$ points d'interconnexion $N1-N5$. Comme visible sur la figure 9, les points d'interconnexion $N1-N5$ pourront être constitués chacun physiquement par un tube métallique 60 auquel les entrées des bobines 28 sont reliées par groupe de trois. On note que les points d'interconnexion $N1-N5$ pourront ou non être connectés entre eux.

Comme cela est visible aux figures 1 et 10, chaque phase U, V, W est associée à un toron de fils 61 reliés aux bobines. Chaque toron 61 est séparé de préférence en deux faisceaux 63 dans une zone de séparation SU située à proximité d'une connexion avec une sortie d'une des bobines 24 appartenant à la phase correspondante. Ces faisceaux 63 positionnés sur une périphérie externe des chignons parcourent une partie de la circonférence du stator 1 suivant deux sens opposés pour relier les sorties des bobines 24 formant une même phase. Ces faisceaux 63 sont protégés par un ensemble de gaines isolantes 65 s'étendant suivant la circonférence du stator 1 entre deux bobines 24 successives d'une même phase qui présentent toutes une longueur sensiblement identique les unes par rapport aux autres.

La figure 10 montre ainsi un exemple de la séparation du toron 61 associé à la phase U formée par cinq bobines constituées chacune par un seul fil. Ce toron 61 comportant cinq fils présente un fil connecté à une sortie $U3$ d'une bobine 24. Ce toron 61 est subdivisé dans une zone de séparation SU située à proximité de cette première connexion en deux faisceau 63 comportant chacun deux fils puis un fil après la connexion avec une sortie $U2, U4$ d'une des bobines. Les derniers fils de chaque faisceau 63 sont connectés respectivement aux sorties $U1$ et $U5$ des dernières bobines 24. Ainsi, le nombre de fils de chaque faisceau 63 diminue, après chaque connexion avec une sortie de bobine, du nombre de fils en parallèle dans chaque bobine qui

est ici égal à un. Dans le cas où les bobines sont formées chacune à partir de trois fils, le nombre de fils à l'intérieur de chaque faisceau 63 diminue de trois après chaque connexion avec une sortie.

Pour maintenir les faisceaux 63 plaqués contre les chignons du bobinage, les fils de maintien 44 montrés à la figure 1 sont positionnés contre les faces arrière des murets 38 des systèmes de maintien 42 et contre la face de la languette 41 tournée vers la face d'appui 18. Les fils de maintien 44 sont également positionnés contre les faces des murets 38 de manière à revenir vers l'axe X et passer au-dessus des faisceaux gainés. Le fil 44 passe sous les faisceaux 63 pour ensuite s'accrocher autour d'un nouveau système de maintien 42. Le fil de maintien 44 suit un chemin en forme de créneau sur toute la circonférence du support pour passer d'un système de maintien 44 à un autre.

Ainsi qu'il ressort des dessins et notamment de la figure 2a, le positionnement des évidements 54 correspond au positionnement angulaire des ouvertures ménagées dans des flasques de fermeture de la machine assurant le passage des tirants d'assemblage, lesdits flasques appartenant au boîtier portant le corps 2 du stator 1. Plus précisément, ce boîtier comporte ici, de manière connue, trois parties à savoir une partie intermédiaire portant la paroi annulaire 3 du stator 1 de la machine électrique, telle qu'un compresseur de fluide réfrigérant de climatiseur de véhicule automobile, et deux flasques disposés de part et d'autre de la partie intermédiaire. L'un des flasques de forme creuse accueille le « scroll » du compresseur, tandis que l'autre flasque porte l'électronique de commande du compresseur. Les tirants, par exemple en forme de vis, relient entre eux les flasques en traversant les évidements 54 du stator par exemple monté par frettage via sa paroi annulaire dans la partie intermédiaire prise en sandwich entre les flasques. Avantagusement, la partie intermédiaire comporte des secteurs de frettage pour le montage par frettage de la paroi du stator 1. Les secteurs de frettage sont séparés les uns des autres par des passages. La périphérie externe de la paroi est en contact de frettage avec la périphérie interne des secteurs de frettage. Les passages sont en regard des évidements 54 de sorte que les tirants traversent les passages sans interférer avec la partie intermédiaire du boîtier. La partie intermédiaire

pourra être remplie de liquide réfrigérant. Ce fluide pourra traverser les espaces entre les bobines 24 et les faisceaux.

On notera que les extrémités des torons 61 sont gainées par des tubes 70 visibles sur la figure 1 aptes à se contracter autour des fils par chauffage. On forme ainsi des extrémités saillantes reliées à un connecteur 71 (cf. figure 1) destiné à être mis en relation avec un onduleur, comme décrit par exemple dans le document EP0831580 auquel on se reportera pour plus de détails.

Dans cette réalisation, le rotor du moteur électrique du compresseur est à aimants permanents, de préférence enterrés dans le rotor. Les aimants pourront être d'orientation radiale. Dans ce mode de réalisation le rotor comporte un corps sous la forme d'un paquet de tôles doté de logements, qui pourront être d'orientation radiale pour logement des aimants. Le rotor réalisé en tôles feuilletées pourra comporter une âme centrale, et des dents s'étendant radialement par rapport à l'âme. Ces dents comportent chacune deux rebords s'étendant circonférentiellement de part et d'autre des dents. Des aimants permanents sont positionnés à l'intérieur de logements délimités chacun par deux faces en regard l'une de l'autre de deux dents adjacentes, une face externe de l'âme du rotor, et les rebords des dents.

Le paquet de tôle du rotor pourra être solidaire d'un arbre lui-même solidaire de la spirale mobile-movable scroll en Anglais- du compresseur. Dans ce type de réalisation le compresseur est dépourvu de poulie et l'électronique de commande du moteur électrique est solidaire d'un flasque en étant intégrée au compresseur.

Bien évidemment, l'homme du métier peut modifier la forme de l'élément isolant 11, 11' de stator sans sortir du cadre de l'invention. En particulier, il est possible de supprimer les bras 14 et les rebords 15 pour ne conserver que le support 12, 12'. Le support 15 peut alors comporter uniquement les crochets 31 ou alors une combinaison des crochets 31 et des systèmes de maintien 42 des faisceaux électriques. Alternativement également, le support 11 conserve uniquement les systèmes de maintien 42 des faisceaux. Bien entendu, l'isolant 27 pourra être en variante en deux parties chacune d'un seul tenant avec l'un des éléments 11, 11'. Les bras 14 pourront être en

variante d'un seul tenant avec l'isolant 27 avantageusement en deux parties pour formation d'un isolant de bobine distinct des supports 12, 12'.

Sur la figure 12 sont illustrées les différentes étapes du procédé de bobinage du stator 1 utilisant les crochets 31 à savoir :

- une étape de maintien 121 du stator dans un support ;
- une première étape d'enroulement 122 d'un fil autour d'un premier bras dudit stator pour former une bobine ;
- une étape d'accrochage 123 de la dernière spire de ladite bobine autour d'un crochet dédié à la dite bobine formée situé sur élément isolant 11 directement à côté de ladite bobine;
- une étape d'enroulement 123a du fil autour de deux plots du support dédiés à ladite bobine formée ;
- une deuxième étape d'enroulement 124 dudit fil autour d'un bras dudit stator adjacent au bras sur lequel ladite bobine a été enroulée pour former une bobine suivante adjacente.

A l'issue de ladite deuxième étape d'enroulement 124 autour d'un bras, on répète la dite première étape d'enroulement 122 autour d'un bras, l'étape d'accrochage 123, l'étape d'enroulement 123a et la deuxième étape d'enroulement 124 autour d'un bras pour former les bobines de tous les bras du stator.

Après avoir répété les étapes d'enroulement et d'accrochage, le procédé comprend une étape de découpage 125 de chacune des portions de fil situées entre le crochet d'accrochage dédié à une bobine et les deux plots du support dédiés à la même bobine. Ainsi, une seule étape de découpage est nécessaire. Il n'est plus nécessaire de découper à l'issue de la formation de chacune des bobines. Au contraire, on bobine l'ensemble des bras du stator et pour chacune des bobines, on découpe le fil entre le crochet d'accrochage dédié à la bobine et les deux plots du support dédiés à la même bobine.

REVENDICATIONS

1. Élément isolant (11) de maintien de fils de bobinage pour un stator (1) de machine électrique tournante caractérisé en ce qu'il comporte un support annulaire (12) ayant une face interne d'appui (18) adaptée à être plaquée contre une face radiale d'extrémité (19) du stator (1) ainsi que des crochets (31), chaque crochet (31) délimitant, avec une face externe (20) du support opposée à la face interne d'appui (18), un espace (32) autorisant un passage d'une extrémité (33) d'au moins un fil d'une bobine (24) pour son maintien lors d'une opération de bobinage, lesdits crochets (31) ayant une hauteur (Hc) adaptée au diamètre du fil des bobines (24).

2. Élément selon la revendication 2, caractérisé en ce que les crochets (31) ont une hauteur (Hc) adaptée au nombre de tours du fil des bobines (24) autour des crochets (31).

3. Élément selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que la position des crochets (31) dépend d'un sens d'enroulement (AH, H) du fil des bobines (24).

4. Élément selon la revendication 3, caractérisé en ce que chaque crochet (31) est destiné à être positionné sur la droite de la bobine qui lui correspond pour un sens d'enroulement anti-horaire (AH) ou sur la gauche de la bobine qui lui correspond pour un sens d'enroulement horaire (H).

5. Élément selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que chaque crochet (31) comporte un plot (35) issu de la face externe du support (12) et une patte (36) située du côté d'une extrémité libre du plot (35) s'étendant en saillie en direction d'une périphérie externe du support (12).

6. Élément selon la revendication 5, caractérisé en ce que chaque patte (36) présente la forme d'une rampe triangulaire du côté opposé de l'espace (32) autorisant le passage de l'extrémité (33) du fil de bobine.

7. Élément selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il comporte en outre des murets (38) intercalés chacun entre deux crochets

(31) successifs en sorte qu'il existe une alternance entre les crochets (31) et les murets (38) sur une circonférence du support (12).

8. Élément selon la revendication 7, caractérisé en ce que chaque crochet (31) étant positionné entre deux faces latérales de deux murets (38) adjacents tournées l'une vers l'autre, le crochet (31) est séparé de chacune de ces faces d'un espace (39) suffisant pour autoriser un passage d'une aiguille de bobinage.

9. Élément selon la revendication 7 ou 8, caractérisé en ce que une pluralité de murets (38) sont munis chacun d'une languette (41) s'étendant en saillie depuis une face du muret (38) tournée vers une périphérie externe du support (12) pour former des systèmes de maintien (42) de faisceaux de fils électrique reliés à des bobines du stator.

10. Élément selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que du côté de la face d'appui (18), la périphérie interne du support (12) comporte des évidements (26) destinés à recevoir des extrémités d'isolants d'encoche (27) positionnés à l'intérieur d'encoches du stator.

11. Élément selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que le support (12) comporte en outre sur sa face d'appui au moins deux dispositifs d'encliquetage (48) pour le positionnement angulaire de l'élément sur une face d'extrémité (19) du stator.

12. Élément selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que le support (12) comporte sur sa face d'appui (18) des creux (50) destinés à venir en regard de rivets (51) du stator situés sur une même circonférence.

13. Élément selon l'une des revendications 1 à 12, caractérisé en ce qu'il comporte en outre des bras (14) répartis circonférentiellement autour du support (12) s'étendant radialement par rapport au support (12) depuis une périphérie interne du support vers l'intérieur du support destinés à venir en appui contre des dents (5) du stator réparties régulièrement sur une périphérie interne d'une paroi annulaire (3) dudit stator (1), chaque crochet (31) étant associé à un bras (14).

14. Élément selon la revendication 13, caractérisé en ce que chaque crochet (31) est décalé angulairement par rapport à un plan médian (P1) du bras (14) auquel est associé ledit crochet (31).

15. Élément selon la revendication 13 ou 14, caractérisé en ce qu'il comporte en outre des rebords (15) s'étendant de part et d'autre des bras.

16. Stator (1) pour machine électrique tournante muni d'un élément isolant (11) selon l'une des revendications précédentes destiné à être plaqué contre une face radiale d'extrémité (19) dudit stator (1).

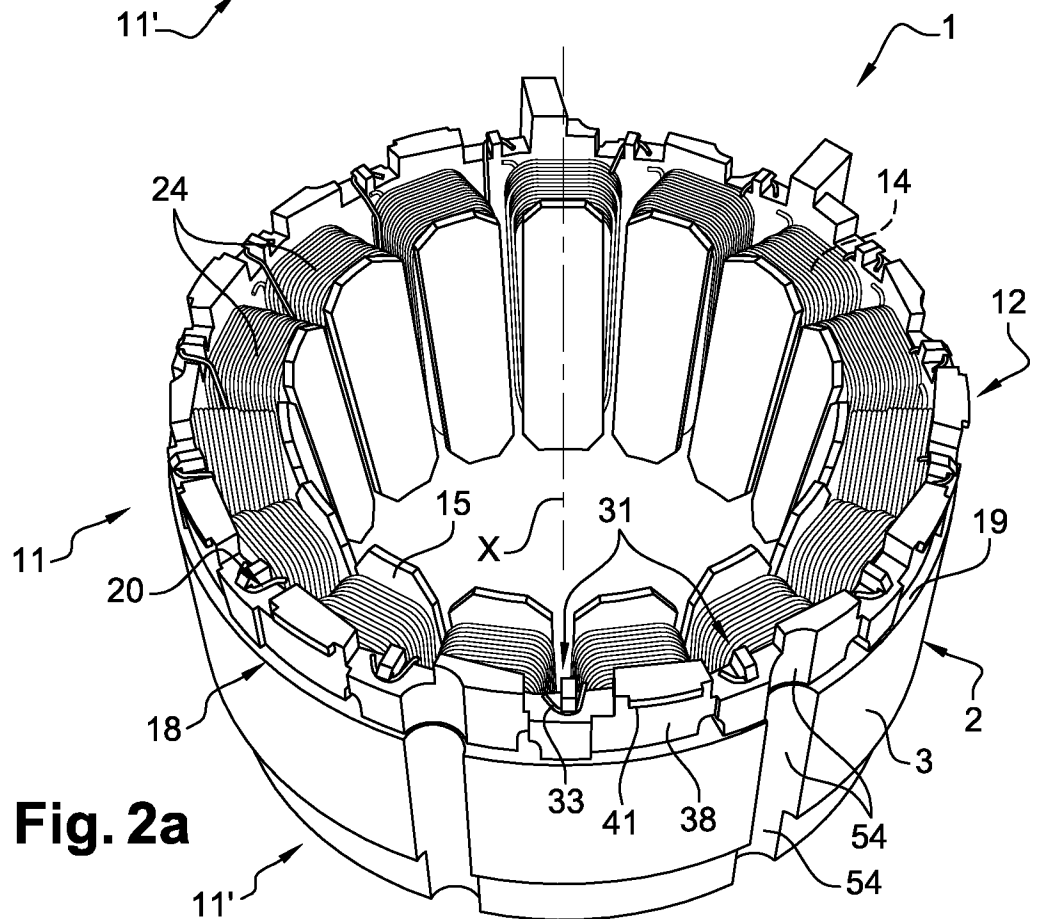
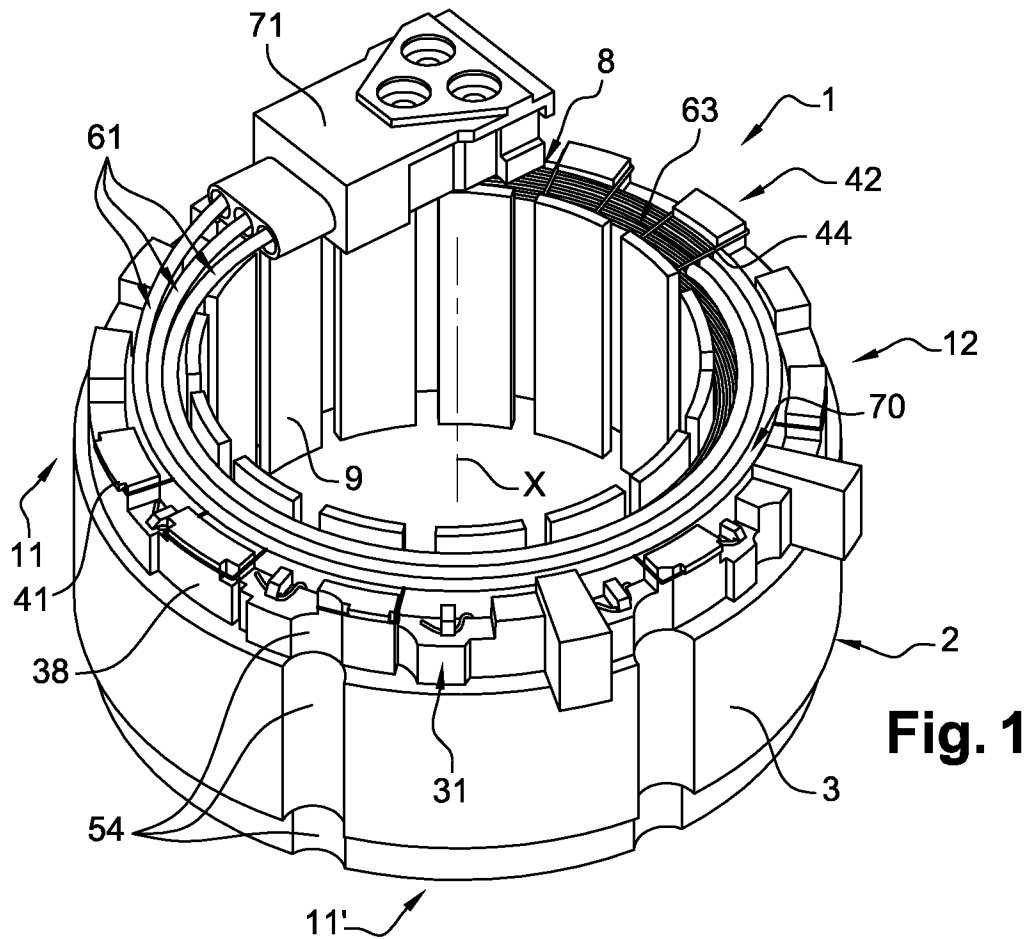
17. Procédé de bobinage d'un stator pour machine électrique tournante muni d'un élément isolant (11), ledit élément isolant comprenant des crochets (31) caractérisé en ce qu'il comporte les étapes suivantes :

- une étape de maintien (121) du stator dans un support ;
- une première étape d'enroulement (122) d'un fil autour d'un premier bras dudit stator pour former une bobine ;
- une étape d'accrochage (123) de la dernière spire de ladite bobine autour d'un crochet dédié à la dite bobine formée situé sur élément isolant (11) directement à côté de ladite bobine;
- une deuxième étape d'enroulement (124) dudit fil autour d'un bras dudit stator adjacent au bras sur lequel ladite bobine a été enroulée pour former une bobine suivante adjacente.

18. Procédé selon la revendication 17, comprenant en outre à l'issue de l'étape d'accrochage (123), une étape d'enroulement (123a) du fil autour de deux plots du support dédiés à ladite bobine formée.

19. Procédé selon la revendication 18, dans lequel à l'issue de ladite deuxième étape d'enroulement d'un bras, on répète lesdites étapes d'accrochage et d'enroulement (122, 123, 123a, 124) pour former des bobines sur l'ensemble des bras du stator, ledit procédé comprenant en outre une étape de découpage (125) de chacune des portions de fil situées entre le crochet d'accrochage dédié à une bobine et les deux plots du support dédiés à la même bobine.

1/6



2 / 6

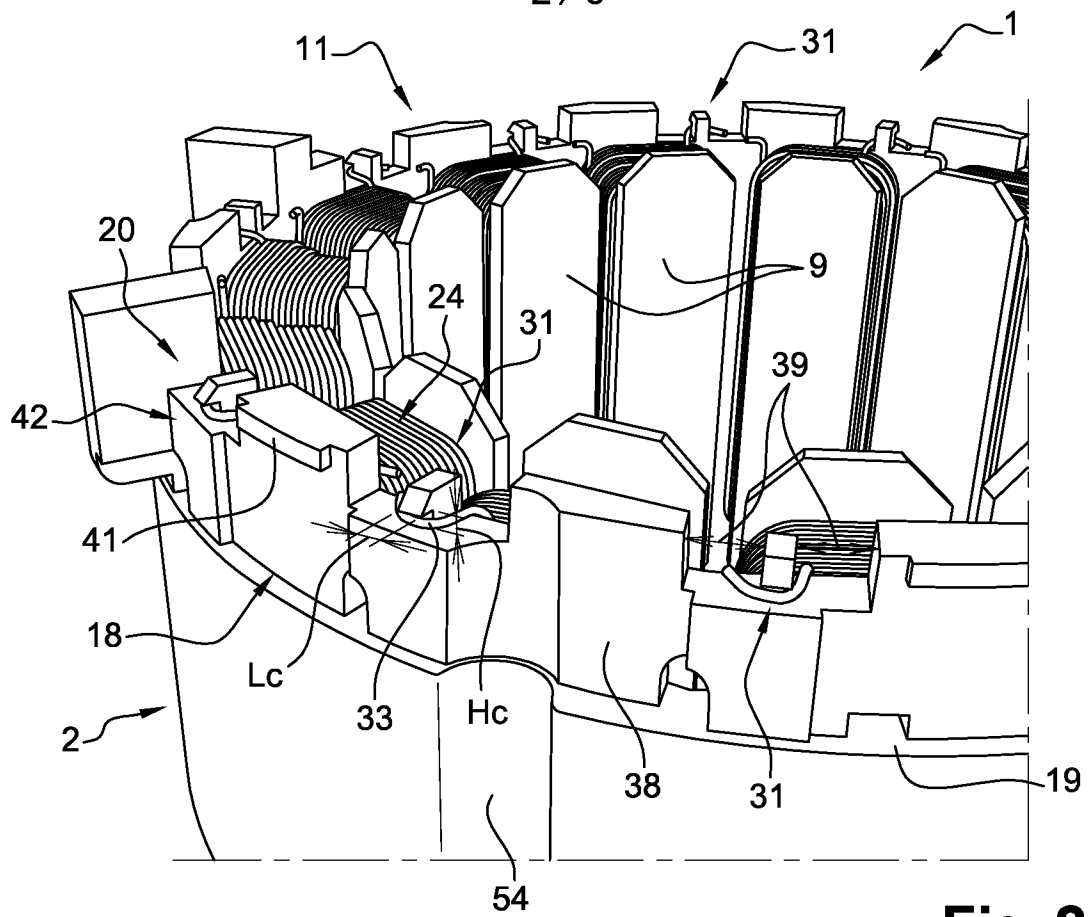


Fig. 2b

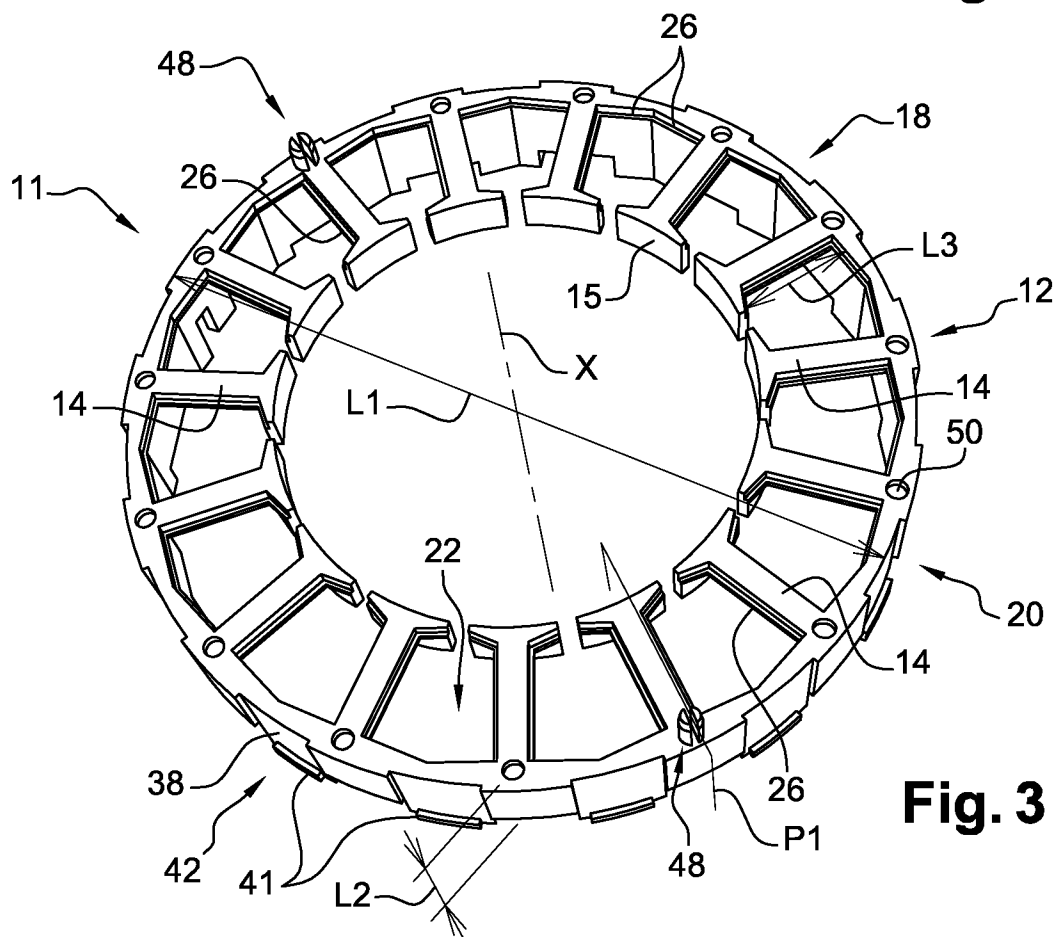


Fig. 3

3 / 6

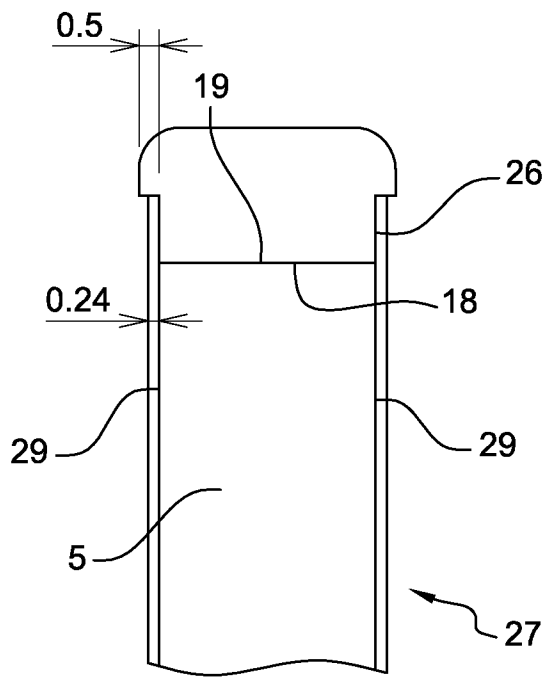


Fig. 4

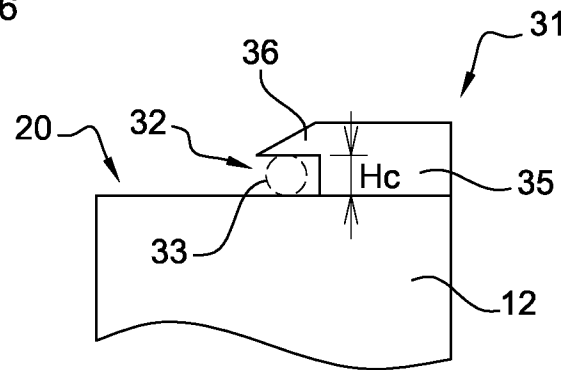


Fig. 5a

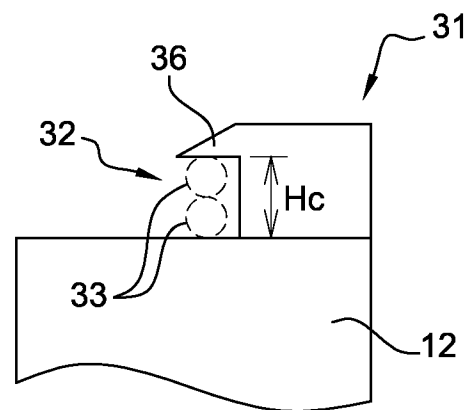


Fig. 5b

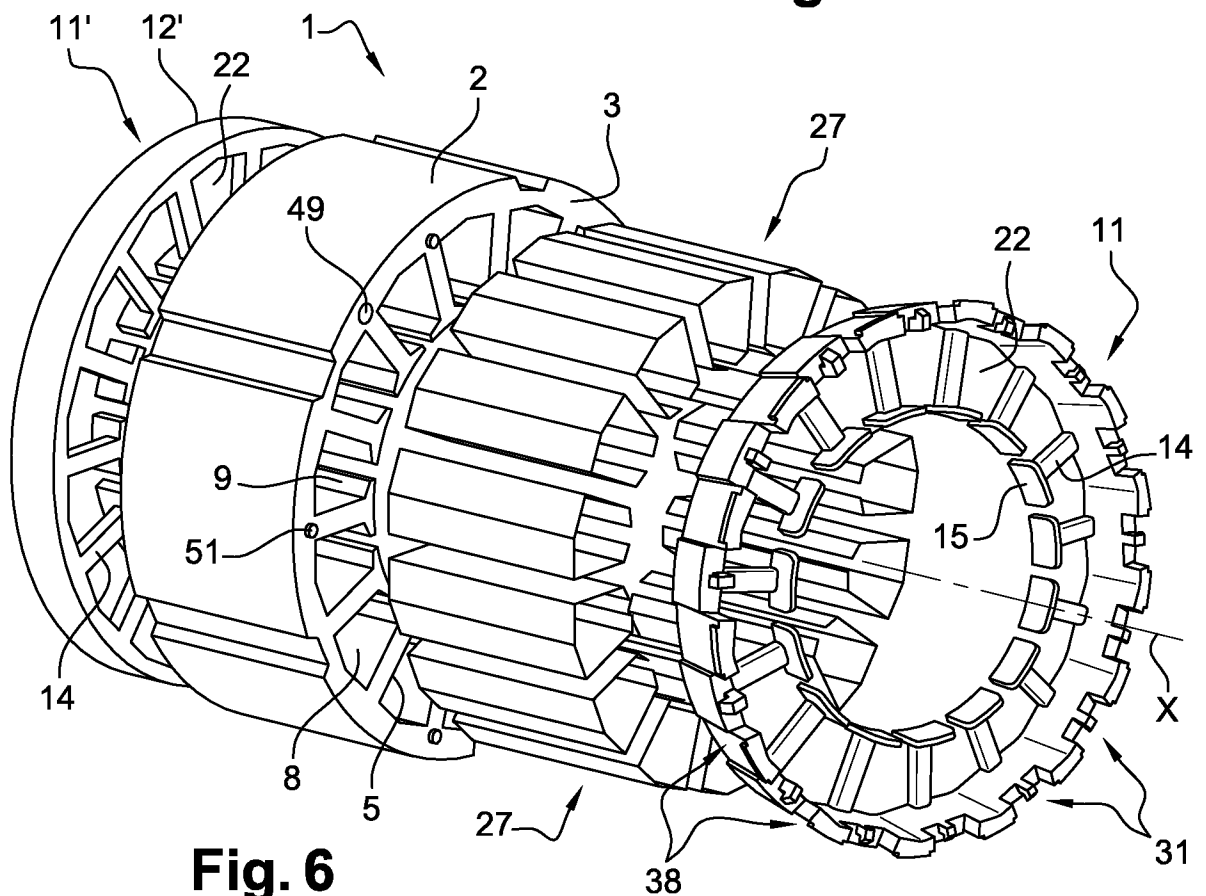
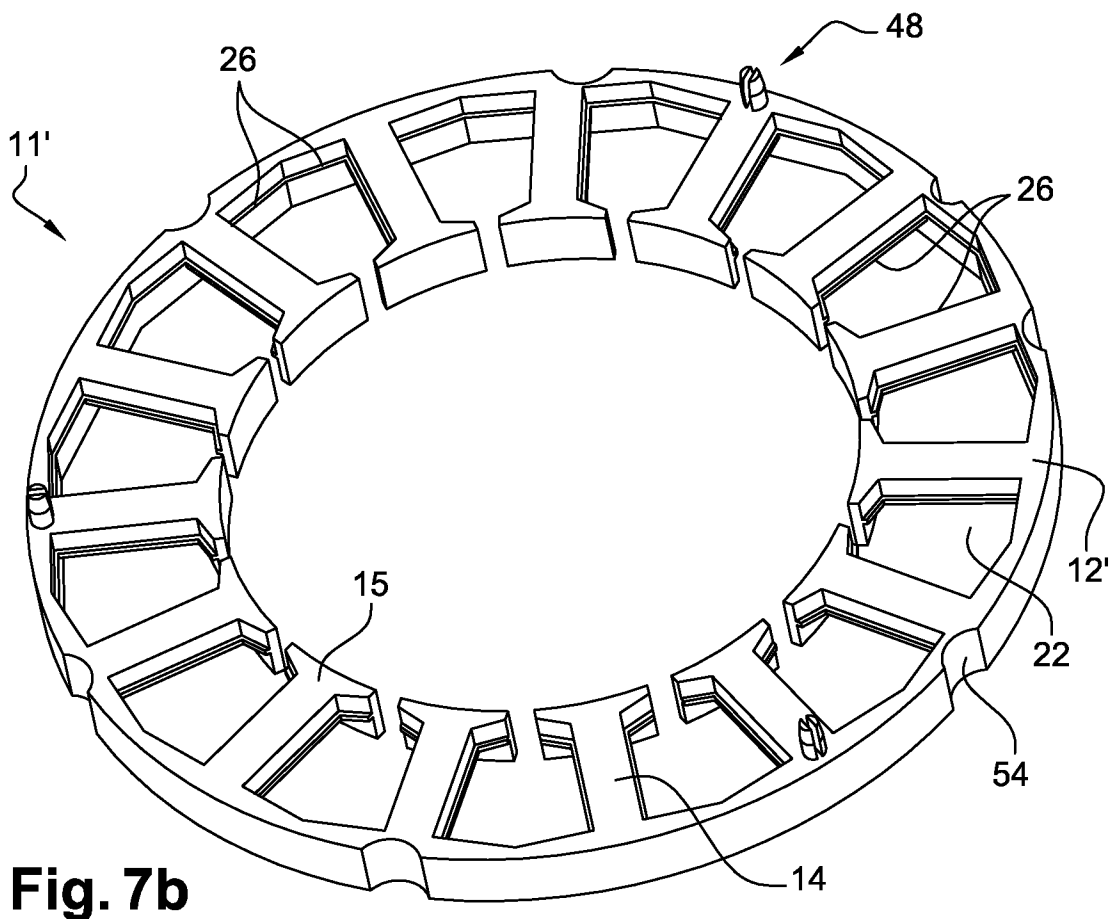
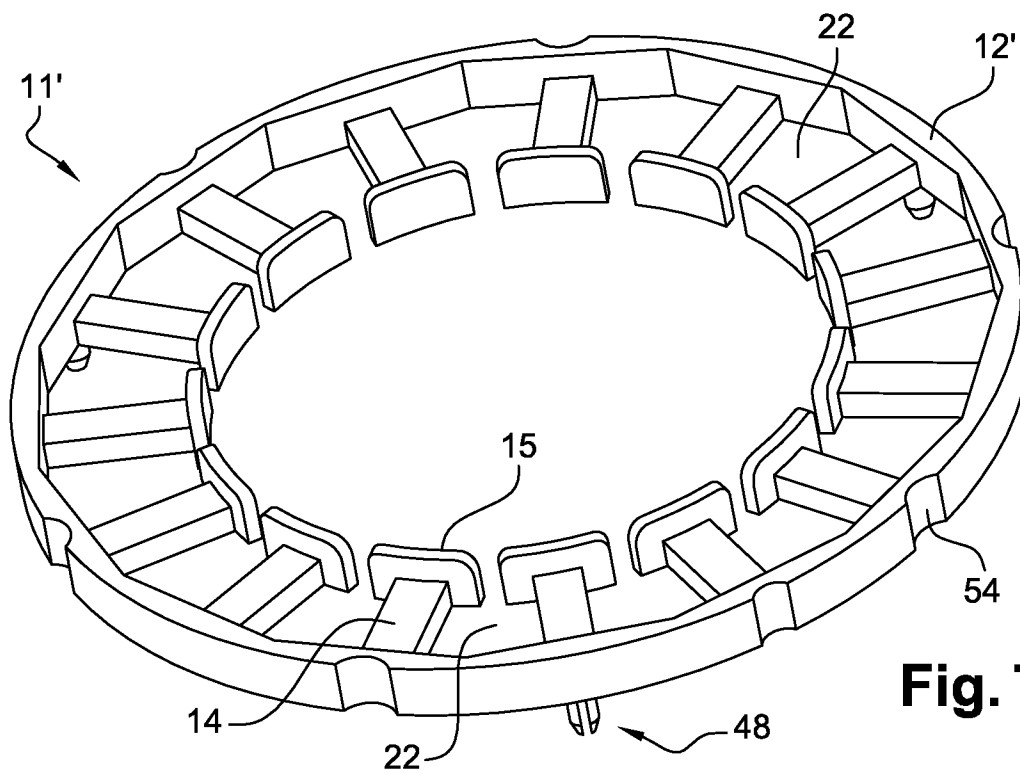


Fig. 6

4 / 6



5 / 6

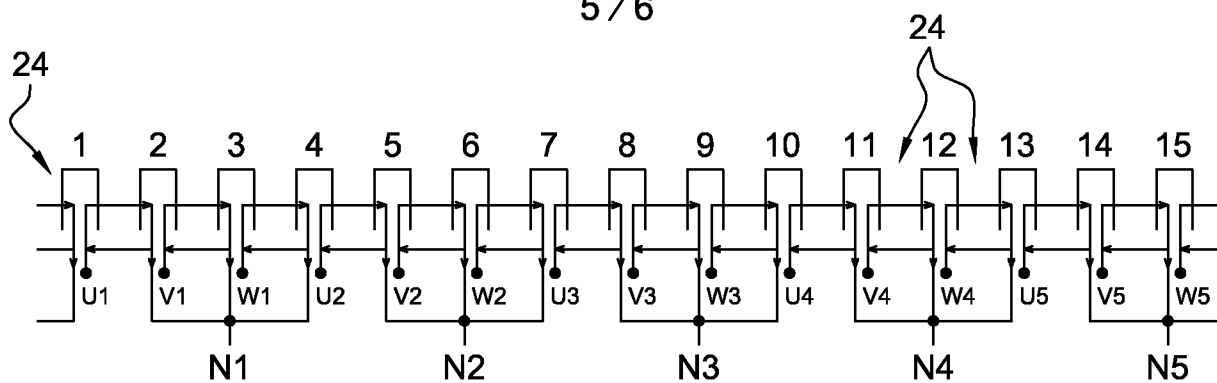


Fig. 8

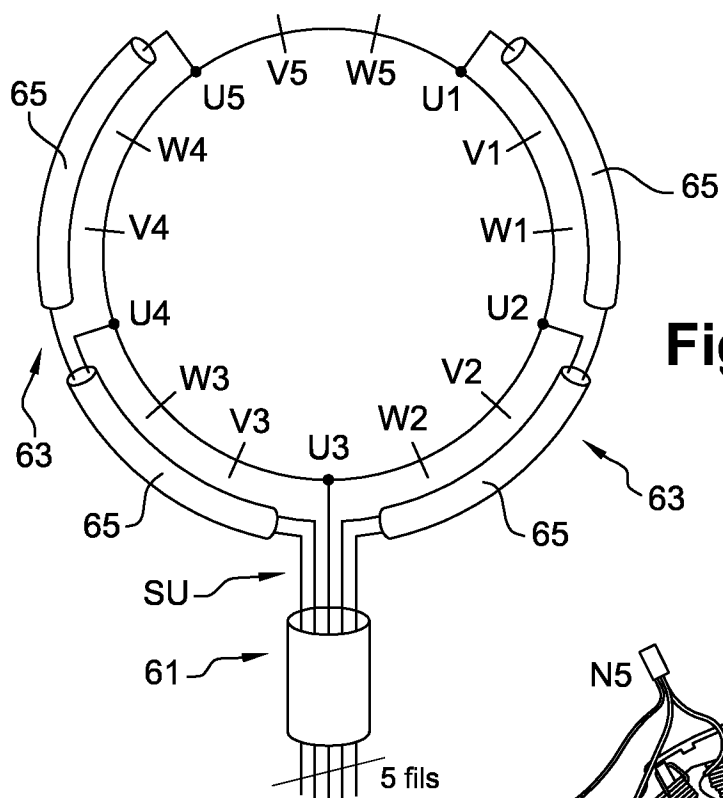


Fig. 10

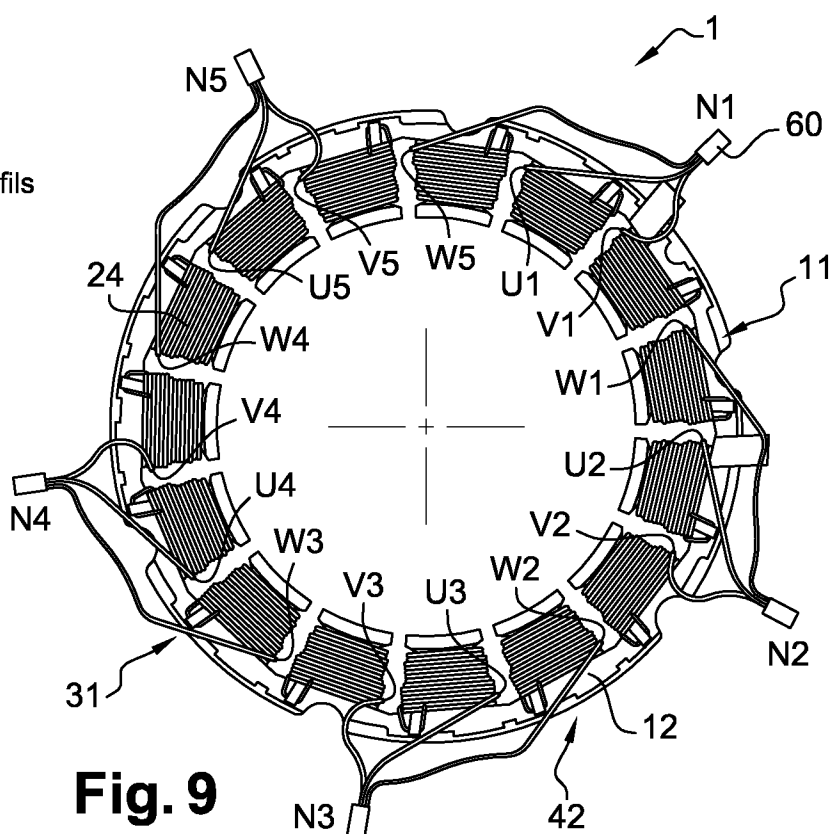


Fig. 9

6 / 6

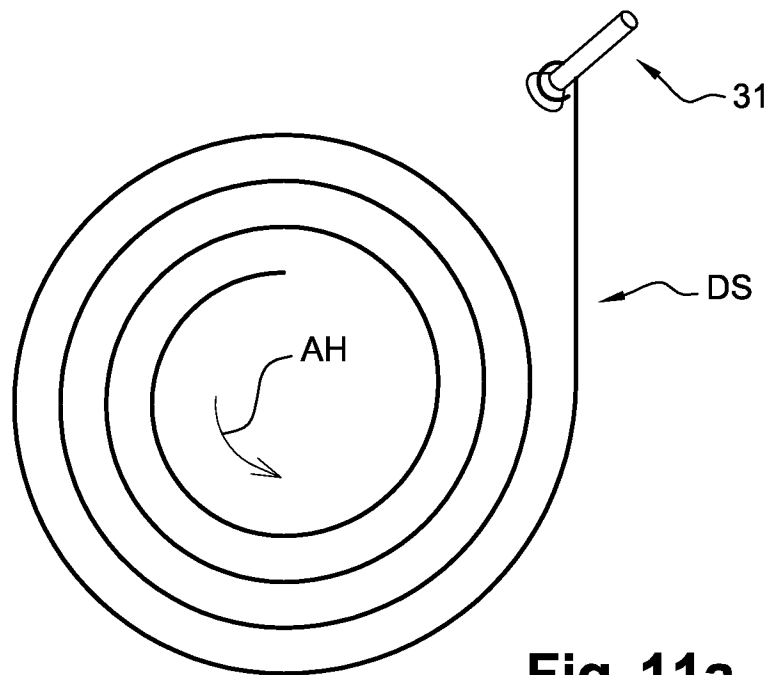


Fig. 11a

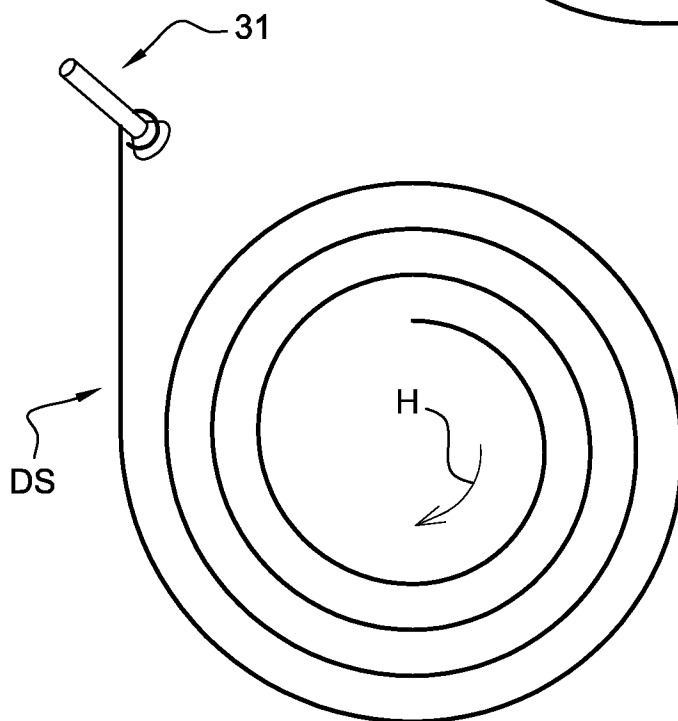


Fig. 11b

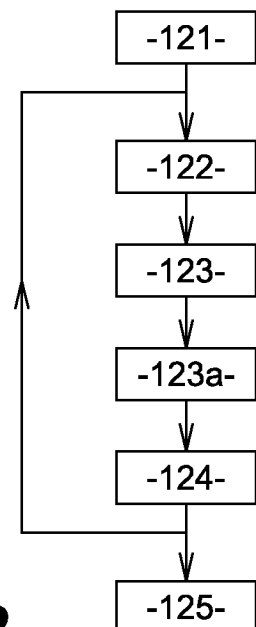


Fig. 12