

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2020/094574 A1

(43) Date de la publication internationale
14 mai 2020 (14.05.2020)

(51) Classification internationale des brevets :

H02K 15/00 (2006.01) H02K 5/24 (2006.01)
H02K 17/16 (2006.01) H02K 1/28 (2006.01)

(71) Déposant : GE ENERGY POWER CONVERSION
TECHNOLOGY LIMITED [GB/—] ; Boughton Road,
RUGBY WARWICKSHIRE CV21 1BU (GB).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/EP2019/080109

(72) Inventeurs : GALMICHE, Christophe ; 23 avenue du
Pont Bernon, 54200 TOUL (FR). MULLER, Remy ; 20
rue Adolphe Thiers, 90000 BELFORT (FR). HUMBERT,
Pierre ; 1 au moulin, 57170 GREMECEY (FR).

(22) Date de dépôt international :

04 novembre 2019 (04.11.2019)

(74) Mandataire : DELPRAT, Olivier et al. ; CASALONGA,
31 rue de Fleurus, 75006 PARIS (FR).

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

1860205 06 novembre 2018 (06.11.2018) 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,
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,

(54) Title: SQUIRREL-CAGE ROTOR AND ASYNCHRONOUS ELECTRICAL MACHINE HAVING SUCH A ROTOR

(54) Titre : ROTOR A CAGE D'ECUREUIL ET MACHINE ELECTRIQUE ASYNCHRONE COMPTANT UN TEL ROTOR

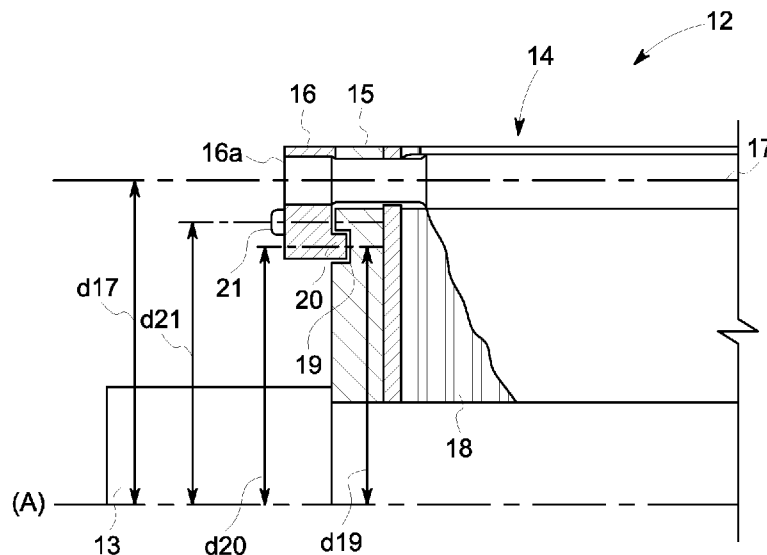


FIG. 4

(57) Abstract: The squirrel-cage rotor (12) for an asynchronous rotating electrical machine comprises two compaction elements (15) clamping a cylindrical magnetic mass (14), short-circuit crowns (16) facing that face of the compaction elements opposite the one in contact with the magnetic mass, and conductive bars (17) housed in recesses in the magnetic mass and distributed uniformly over at least one diameter of the magnetic mass such that the short-circuit crowns and the conductive bars form a squirrel cage. Holding means (19, 20, 21) distributed over at least one diameter of each short-circuit crown and over at least one diameter of each compaction element interact so as to hold the short-circuit crowns and the compaction elements together, the installation diameters of the holding means on the crowns and the compaction elements being smaller than the installation diameter of the conductive bars.



WO 2020/094574 A1

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))

(57) Abrégé : Le rotor (12) pour machine électrique tournante asynchrone à cage d'écureuil comprend deux éléments de compaction (15) enserrant une masse magnétique cylindrique (14), des couronnes de court-circuit (16) en regard de la face des éléments de compaction opposée à celle en contact avec la masse magnétique, et des barres conductrices (17) logées dans des logements de la masse magnétique et réparties uniformément sur au moins un diamètre de la masse magnétique de sorte que les couronnes de court-circuit et les barres conductrices forment une cage d'écureuil. Des moyens de retenue (19, 20, 21) répartis sur un moins un diamètre de chaque couronne de court-circuit et sur au moins un diamètre de chaque élément de compaction coopèrent pour solidariser les couronnes de court-circuit et les éléments de compaction, les diamètres d'implantation des moyens de retenue sur les couronnes et les éléments de compaction étant inférieurs au diamètre d'implantation des barres conductrices.

**ROTOR A CAGE D'ECUREUIL ET MACHINE ELECTRIQUE ASYNCHRONE
COMPROTANT UN TEL ROTOR**

5 La présente invention concerne les machines électriques tournantes asynchrones à cage d'écureuil et se rapporte plus particulièrement à un dispositif de retenue des couronnes de court-circuit incorporées dans un rotor de la machine.

10 La présente invention concerne également une machine électrique tournante comprenant un tel rotor.

 Généralement le rotor d'une machine électrique tournante asynchrone fonctionnant à des vitesses périphériques inférieures à 200 m/s comprend des couronnes de court-circuit reliées à des barres conductrices insérées dans la masse magnétique du rotor pour former
15 une cage d'écureuil, les couronnes de court-circuit et les barres conductrices étant réalisées généralement en cuivre ou en alliage de cuivre.

 On se réfère à la figure 1 qui représente une vue partielle d'un rotor 1 comprenant une masse magnétique 2 enserrant un arbre 3. La
20 masse magnétique 2 comprend des tôles magnétiques 4 enserrées entre des plateaux de serrage 5 et des barres conductrices 6.

 Le rotor 1 comprend en outre une couronne de court-circuit 7 en contact ou pas avec la face du plateau de serrage 5 opposée à celle en contact avec les tôles magnétiques 4.

25 La barre conductrice 6 est insérée dans la couronne de court-circuit 7 de manière à maintenir la couronne 7 et pour former une cage d'écureuil.

 Une bague de retenue 8 encercle la couronne de court-circuit 7 pour empêcher que la couronne de court-circuit soit projetée hors
30 du rotor 1 sous l'effet de la force centrifuge.

La bague de retenue 8 est réalisée généralement en acier amagnétique pour empêcher un échauffement de la bague de retenue sous l'effet des champs magnétiques générés par des bobines statoriques.

5 La bague de retenue 8 est réalisée généralement en inox.

On pourra également se référer au document EP2149970 qui décrit un tel rotor.

Cependant, l'inox est un matériau coûteux et difficile à usiner.

10 L'inox possède des caractéristiques amagnétiques très faibles et des caractéristiques mécaniques élevées, notamment une limite élastique élevée, de sorte que la bague de retenue 8 en inox retient la couronne de court-circuit 7 bien plus massive sous l'effet de la force centrifuge que la bague de retenue 8.

15 L'épaisseur radiale de la bague de retenue 8 est plus fine que l'épaisseur radiale de la couronne de court-circuit 7 pour laisser suffisamment d'épaisseur radiale à la couronne de court-circuit pour le passage d'un courant électrique provenant des barres conductrices 6.

20 On pourra se référer aux documents US7919895 et EP2866335 qui décrivent un plateau de serrage comprenant un logement pour loger la couronne de court-circuit.

Pour améliorer le rebouclage des lignes de flux, les barres conductrices sont disposées au plus près de la surface périphérique de la masse magnétique. Comme les barres conductrices sont en contact avec les disques de court-circuit, l'épaisseur radiale extérieure de matière disponible pour maintenir les disques de court-circuit sous l'effet de la force centrifuge selon une direction radiale est réduite.

25

Par conséquent, la vitesse périphérique du rotor est limitée pour éviter la rupture de la matière maintenant sur leur diamètre extérieur uniquement les couronnes de court-circuit sous l'effet de la force centrifuge.

5 De plus, les couronnes de court-circuit ne comportent pas d'épaulement de retenue sous les barres conductrices.

Les documents EP2849320 et US9935533 divulguent des couronnes de court-circuit maintenues par des pions en prise dans une pièce servant de moule lorsque la couronne de court-circuit est coulée
10 par un procédé de fonderie.

Cependant, la surface de maintien des couronnes est limitée réduisant la vitesse périphérique du rotor pour éviter la casse des pions par cisaillement.

Le document WO2016055199 divulgue des couronnes de court-circuit maintenues par des tiges métalliques traversant la masse
15 magnétique.

Cependant, le trou de passage de la tige fragilise la masse magnétique.

De plus, la surface de maintien radial de la couronne de court-circuit est limitée pour empêcher de casser la tige par cisaillement et
20 flexion dans la direction radiale sous l'effet de la force centrifuge.

On pourra se référer au document WO2015188985 qui divulgue un rotor comprenant un disque enserrant un arbre. La couronne de court-circuit est montée sur le disque.

25 Cependant, sous l'effet de la force centrifuge, la couronne de court-circuit n'est pas maintenue.

Les documents WO2014124762, WO2016055186 et US9130434 divulguent des couronnes de court-circuit maintenues par des languettes.

Cependant, la vitesse périphérique du rotor est limitée pour ne pas endommager les languettes de maintien par cisaillement et flexion sous l'effet de la force centrifuge.

5 Les dispositifs de maintien des couronnes de court-circuit connus de l'état de la technique sont adaptés pour des vitesses périphériques de rotor de l'ordre de 110 m/s.

10 Il est donc proposé de pallier les inconvénients des rotors pour machine électrique tournante asynchrone à cage d'écureuil selon l'état de la technique, notamment en augmentant la vitesse périphérique du rotor sans utilisation d'une bague de retenue en acier amagnétique.

15 Au vu de ce qui précède l'invention propose, un rotor pour machine électrique tournante asynchrone à cage d'écureuil comprenant deux éléments de compaction enserrant une masse magnétique cylindrique, des couronnes de court-circuit en regard de la face des éléments de compaction opposée à celle en contact avec la masse magnétique, et des barres conductrices logées dans des logements de la masse magnétique et réparties uniformément sur au moins un diamètre de la masse magnétique de sorte que les couronnes de court-circuit et les barres conductrices forment une cage d'écureuil.

20 Des moyens de retenue répartis sur un moins un diamètre de chaque couronne de court-circuit et sur au moins un diamètre de chaque élément de compaction coopèrent pour solidariser les couronnes de court-circuit et les éléments de compaction, les diamètres d'implantation des moyens de retenue sur les couronnes et les éléments de compaction étant inférieurs au diamètre d'implantation des barres conductrices.

25 Selon une caractéristique, les moyens de retenue comprennent une gorge sur le au moins un diamètre de l'élément de compaction,

30

un talon sur le au moins un diamètre de la couronne de court-circuit de sorte que le talon s'encastre dans la gorge pour former un épaulement et des vis réparties uniformément sur au moins un diamètre de la couronne de court-circuit pour solidariser la couronne de court-circuit et l'élément de compaction.

De préférence, les moyens de retenue comprennent en outre une deuxième gorge sur un deuxième diamètre de l'élément de compaction et un deuxième talon sur un deuxième diamètre de la couronne de court-circuit de sorte que le deuxième talon s'encastre dans la deuxième gorge pour former un deuxième épaulement, les deuxièmes diamètres étant inférieurs aux premiers diamètres.

Avantageusement, le rotor comprend en outre des vis réparties sur un deuxième diamètre de la couronne de court-circuit, les vis sur ledit deuxième diamètre traversant le talon.

Selon une autre caractéristique, les moyens de retenue comprennent une gorge sur le au moins un diamètre de la couronne de court-circuit, un talon sur le au moins un diamètre de l'élément de compaction de sorte que le talon s'encastre dans la gorge pour former un épaulement et des vis réparties uniformément sur au moins un diamètre de la couronne de court-circuit pour solidariser la couronne de court-circuit et l'élément de compaction.

De préférence, les moyens de retenue comprennent en outre une deuxième gorge sur un deuxième diamètre de l'élément de compaction de sorte qu'une extrémité de la couronne de court-circuit s'encastre dans la deuxième gorge pour former un deuxième épaulement, le deuxième diamètre étant inférieur au premier diamètre.

Avantageusement, des trous sont uniformément répartis sur un diamètre de la couronne de court-circuit pour loger les barres conductrices, le diamètre d'implantation des barres dans la couronne

de court-circuit étant inférieur au diamètre d'implantation des barres conductrices dans la masse magnétique pour réaliser une précharge en flexion radiale des barres conductrices.

De préférence, des trous, avantageusement circulaires, sont uniformément répartis sur un diamètre de la couronne de court-circuit pour loger les barres conductrices dans la masse magnétique, les trous étant coaxiaux aux logements des barres conductrices, les trous ayant une dimension inférieure à une dimension des barres conductrices de sorte que lors de l'insertion des barres dans les trous, une extrémité moletée de chaque barre conductrice se déforme pour créer un contact électrique entre ladite barre et la couronne de court-circuit.

Avantageusement, les moyens de retenue à chaque extrémité du rotor sont de types différents.

De préférence, les moyens de retenue comprennent une gorge sur le au moins un diamètre de la couronne de court-circuit, une couronne de retenue comprenant sur au moins un diamètre un talon de sorte que le talon s'encastre dans la gorge pour former un épaulement et de sorte que la face de la couronne de retenue opposée à celle en regard de la couronne de court-circuit soit en contact avec l'élément de compaction, et des vis réparties uniformément sur au moins un diamètre de la couronne de retenue pour solidariser la couronne retenue et l'élément de compaction.

Selon une autre caractéristique, les moyens de retenue comprennent une couronne de retenue solidarisée à l'élément de compaction par des vis réparties uniformément sur au moins un diamètre de la couronne de retenue et comprenant une gorge sur au moins un diamètre, la couronne de court-circuit comprenant un talon sur au moins un diamètre situé sur la face opposée à celle en regard de l'élément de compaction de sorte que le talon s'encastre dans la gorge de manière à maintenir la couronne de court-circuit.

De préférence, la couronne de court-circuit comprend en outre un deuxième talon de retenue opposé au talon de retenue et l'élément de compaction comprend une deuxième gorge coopérant avec le deuxième talon de retenue.

5 Avantageusement, les moyens de retenue comportent en outre un talon sur un diamètre de la couronne de retenue s'encastrent dans une gorge de l'élément de compaction de manière à former un épaulement, le talon étant situé entre l'axe de rotation du rotor et le diamètre d'implantation des vis de fixation.

10 De préférence, les moyens de retenue comprennent en outre une deuxième gorge sur au moins un diamètre de la couronne de retenue et un deuxième talon sur un deuxième diamètre de la couronne de court-circuit situé sur la face opposée à celle en regard de l'élément de compaction de sorte que le deuxième talon s'encastre
15 dans la deuxième gorge de manière à maintenir la couronne de court-circuit.

 Avantageusement, les moyens de retenue comprennent une couronne de retenue solidarisée à l'élément de compaction par des vis réparties uniformément sur au moins un diamètre de la couronne
20 de retenue et comprenant une gorge sur au moins un diamètre, la couronne de court-circuit comprenant une gorge sur au moins un diamètre situé sur la face en regard à celle de l'élément de compaction, et une couronne de maintien comprenant une face en contact avec l'élément de compaction et une gorge sur la face opposée
25 à celle en contact avec l'élément de compaction de sorte que les extrémités de la couronne de maintien s'encastrent dans les gorges de la couronne de court-circuit et de la couronne de retenue.

De préférence, les extrémités des barres conductrices sont brasées sur les couronnes de court-circuit.

Selon une autre caractéristique, le rotor comprend en outre une couronne de cerclage entourant la couronne de court-circuit la couronne de cerclage étant de préférence amagnétique, par exemple en inox.

5 Avantageusement, des moyens d'isolation électrique sont disposés sous la tête de vis et/ou le long du corps de la vis et/ou entre la couronne de court-circuit et l'élément de compaction.

 De préférence, l'élément de compaction comprend un plateau de serrage ou une bride de compaction d'un demi-arbre non
10 traversant.

 Selon encore un autre aspect, il est proposé une machine électrique tournante asynchrone à cage d'écureuil comprenant un rotor tel que décrit précédemment.

 D'autres caractéristiques et avantages de l'invention
15 apparaîtront à la lecture de la description qui suit de modes de réalisation de l'invention, donnés uniquement à titre d'exemples non limitatifs et en référence aux dessins sur lesquels :

 - la figure 1, dont il a déjà été fait mention, illustre un rotor comprenant une couronne de retenue selon l'état de la technique ;

20 - la figure 2 illustre un mode de réalisation d'une machine électrique tournante asynchrone;

 - les figures 3 et 4 illustrent une coupe partielle selon une direction axiale d'un premier mode de réalisation du rotor ;

 - la figure 5 illustre une coupe partielle selon une direction
25 axiale d'un deuxième mode de réalisation du rotor ;

 - la figure 6 illustre une coupe partielle selon une direction axiale d'un troisième mode de réalisation du rotor ;

 - la figure 7 illustre une coupe partielle selon une direction axiale d'un quatrième mode de réalisation des moyens de retenue ;

- la figure 8 illustre une coupe partielle selon une direction axiale d'un cinquième mode de réalisation des moyens de retenue ;
- la figure 9 illustre une coupe partielle selon une direction axiale d'un sixième mode de réalisation des moyens de retenue ;
- 5 - la figure 10 illustre une coupe partielle selon une direction axiale d'un septième mode de réalisation des moyens de retenue ;
- la figure 11 illustre une coupe partielle selon une direction axiale d'un huitième mode de réalisation des moyens de retenue ;
- la figure 12 illustre une coupe partielle selon une direction
10 axiale d'un neuvième mode de réalisation des moyens de retenue ;
- la figure 13 illustre une coupe partielle selon une direction axiale d'un dixième mode de réalisation des moyens de retenue ;
- la figure 14 illustre une coupe partielle selon une direction axiale d'un onzième mode de réalisation des moyens de retenue ;
- 15 - la figure 15 illustre une coupe partielle selon une direction axiale d'un douzième mode de réalisation des moyens de retenue ;
- la figure 16 illustre une coupe partielle selon une direction axiale d'un treizième mode de réalisation des moyens de retenue ;
- la figure 17 illustre une coupe partielle selon une direction
20 axiale d'un quatorzième mode de réalisation des moyens de retenue ;
- la figure 18 illustre une coupe partielle selon une direction axiale d'un quinzième mode de réalisation des moyens de retenue.
- la figure 19 illustre une coupe partielle selon une direction axiale d'un seizième mode de réalisation des moyens de retenue ; et
- 25 - la figure 20 illustre une coupe partielle selon une direction axiale d'un dix-septième mode de réalisation des moyens de retenue.

On se réfère à la figure 2 qui illustre un mode de réalisation d'une machine électrique tournante asynchrone 9 comprenant un stator 10, des paliers 11 et un rotor 12 inséré dans le stator 10 et les
30 paliers 11.

Le rotor 12 comprend un arbre rotorique 13 réalisé par exemple en acier, d'axe (A) confondu avec l'axe de rotation du rotor 12.

5 On se réfère aux figures 3 et 4 qui illustrent une vue partielle d'un premier mode de réalisation du rotor 12 et une coupe partielle selon une direction axiale du rotor.

Le rotor 12 comprend une masse magnétique 14 cylindrique enserrée entre deux éléments de compaction comprenant des plateaux de compaction 15, des couronnes de court-circuit 16 en contact avec
10 la face des plateaux de compaction 15 opposée à celle en contact avec la masse magnétique 14 comprenant des tôles magnétiques feuilletées 18.

L'épaisseur des tôles magnétiques 18 est de préférence inférieure à 2 mm, préférentiellement 0.65 mm ou 0.5 mm.

15 En variante, la masse magnétique 14 peut comprendre des plaques métalliques, l'épaisseur des plaques métalliques étant de préférence supérieure à 5% du diamètre extérieur de la masse magnétique 14.

Selon encore une autre variante, la masse magnétique 14 peut
20 comprendre un corps monobloc en acier.

La masse magnétique 14, les plateaux de compaction 15 et les couronnes de court-circuit 16 sont traversés par l'arbre 13.

Des barres conductrices 17 sont logées dans des logements de la masse magnétique et réparties uniformément sur au moins un
25 diamètre d17 de la masse magnétique de sorte que les couronnes de court-circuit 16 et les barres conductrices 17 forment une cage d'écureuil.

Les couronnes de court-circuit 16 et les barres conductrices 17 sont réalisées par exemple en cuivre ou en cuivre allié.

La couronne de court-circuit 16 comprend un trou 16a coaxial avec le logement de la barre conductrice 17 de sorte que la barre 17 s'insère dans la couronne 16.

5 Le rotor 12 comprend en outre des moyens de retenue comprenant une gorge 19 sur un diamètre d19 du plateau de compaction 15, un talon 20 sur un diamètre d20 de la couronne de court-circuit 16 de sorte que le talon 20 s'encastre dans la gorge 19 pour former un épaulement, et des vis 21 réparties uniformément sur un diamètre d21 de la couronne de court-circuit 16 pour solidariser
10 la couronne de court-circuit 16 et le plateau de compaction 15.

Les diamètres d'implantation d20 du talon 20 et d19 de la gorge 19 sont inférieurs au diamètre d17 d'implantation des barres conductrices 17.

15 Les vis 21 sont situées entre le talon 20 et le diamètre d'implantation des barres conductrices.

On se réfère à la figure 5 qui illustre une coupe partielle selon une direction axiale d'un deuxième mode de réalisation du rotor 12.

20 Le rotor 12 à arbre non traversant comprend deux demi-arbres 22 comprenant des éléments de compaction comprenant des brides de compaction 23 enserrant une masse magnétique cylindrique 24 et les couronnes de court-circuit 16 en contact avec la face des brides de compaction 23 opposée à celle en contact avec la masse magnétique 24 comprenant des tôles magnétiques feuilletées 25.

25 L'épaisseur des tôles magnétiques 25 est de préférence inférieure à 2 mm, préférentiellement 0.65 mm ou 0.5 mm.

En variante, la masse magnétique 24 peut comprendre des plaques métalliques, l'épaisseur des plaques métalliques étant de préférence supérieure à 5% du diamètre extérieur de la masse magnétique 24.

Selon encore une autre variante, la masse magnétique 24 peut comprendre un corps monobloc en acier.

Les barres conductrices 17 sont logées dans des logements de la masse magnétique 24 et réparties uniformément sur un diamètre d17a de la masse magnétique 24 de sorte que les couronnes de court-circuit 16 et les barres conductrices 17 forment une cage d'écureuil.

La barre conductrice 17 s'insère dans le trou 16a de la couronne de court-circuit 16.

La masse magnétique 24 comprend en outre des tirants 26 reliant les deux demi-arbres pour maintenir la masse magnétique 24 compactée.

Les tirants 26 sont répartis uniformément sur un diamètre d26 de la masse magnétique 24.

Le rotor 12 comprend en outre des moyens de retenue comprenant une gorge 27 sur un diamètre d27 de la bride de compaction 23, un talon 28 sur un diamètre d28 de la couronne de court-circuit 16 de sorte que le talon 28 s'encastre dans la gorge 27 pour former un épaulement, et des vis 29 réparties uniformément sur un diamètre d29 de la couronne de court-circuit 16 pour solidariser la couronne de court-circuit 16 et la bride de compaction 23.

Les diamètres d'implantation d28 du talon 28 et d27 de la gorge 27 sont inférieurs au diamètre d17a d'implantation des barres conductrices 17. Le diamètre d'implantation d26 des tirants 26 est inférieur au diamètre d'implantation des moyens de retenue.

Les vis 29 sont situées entre le talon 28 et le diamètre d'implantation des barres conductrices.

Les barres conductrices 17 s'insèrent de préférence avec un jeu radial dans les trous 16a de manière à permettre la libre dilatation thermique axiale des barres conductrices.

La figure 6 illustre une coupe partielle selon une direction axiale d'un troisième mode de réalisation du rotor 12 comprenant la couronne de court-circuit 16 et un élément de compaction 30.

5 L'élément de compaction 30 peut comprendre le plateau de compaction 15 si le rotor 12 est à arbre traversant ou la bride de compaction 23 si le rotor 12 est à arbre non traversant ou une extrémité du corps métallique si la masse magnétique du rotor 12 est monobloc.

10 Si le rotor 12 est monobloc, c'est-à-dire l'arbre et la masse magnétique sont venus de matière, l'élément de compaction 30 comprend une extrémité de la masse magnétique.

Le troisième mode de réalisation du rotor 12 comprend en outre un deuxième mode de réalisation des moyens de retenue.

15 Les moyens de retenue comprennent une gorge 31 sur un diamètre de l'élément de compaction 30, un talon 32 sur un diamètre de la couronne de court-circuit 16 de sorte que le talon 32 s'encastre dans la gorge 31 pour former un épaulement, et des vis 33 réparties uniformément sur un diamètre de la couronne de court-circuit 16 pour solidariser la couronne de court-circuit 16 et l'élément de compaction
20 30.

Les vis 33 traversent le talon 32.

Les diamètres d'implantation du talon 32 et de la gorge 31 sont inférieurs au diamètre d'implantation des barres conductrices 17.

25 Dans les modes de réalisation des moyens de retenue décrits précédemment, la section du talon et de la gorge est rectangulaire.

La section du talon et de la gorge peut être de formes diverses, notamment trapézoïdale comme illustrée à la figure 7 illustrant une coupe partielle selon une direction axiale d'un quatrième mode de réalisation des moyens de retenue.

On retrouve la couronne de court-circuit 16 et l'élément de compaction 30.

Les moyens de retenue comprennent une gorge 34 de section trapézoïdale sur un diamètre de l'élément de compaction 30, un talon 35 de section trapézoïdale sur un diamètre de la couronne de court-circuit 16 de sorte que le talon 35 s'encastre dans la gorge 34 pour former un épaulement, et des vis 36 réparties uniformément sur un diamètre de la couronne de court-circuit 16 pour solidariser la couronne de court-circuit 16 et l'élément de compaction 30.

Les diamètres d'implantation du talon 35 et de la gorge 34 sont inférieurs au diamètre d'implantation des barres conductrices 17.

La section trapézoïdale des talons 35 et gorge 34 assure un auto-centrage du talon 35 dans le gorge 34 lors de l'assemblage de la couronne de court-circuit 16 dans l'élément de compaction 30.

Les vis 36 sont situées entre le talon 35 et le diamètre d'implantation des barres conductrices.

En variante non représentée, les vis 36 traversent le talon 35.

La figure 8 illustre une coupe partielle selon une direction axiale d'un cinquième mode de réalisation des moyens de retenue.

On retrouve la couronne de court-circuit 16 et l'élément de compaction 30.

Les moyens de retenue comprennent une gorge 37 sur un diamètre de l'élément de compaction 30, un talon 38 sur un diamètre de la couronne de court-circuit 16 de sorte que le talon 38 s'encastre dans la gorge 37 pour former un épaulement et des vis 39 réparties uniformément sur un diamètre de la couronne de court-circuit 16 pour solidariser la couronne de court-circuit 16 et l'élément de compaction 30.

Les vis 39 sont situées entre le talon 38 et le diamètre d'implantation des barres conductrices.

Chaque tête des vis 39 est logée dans un lamage 40 de la couronne de court-circuit 16 de sorte que la tête de vis soit maintenue selon une direction radiale sous l'effet de la force centrifuge.

5 Les moyens de retenue comportent en outre des vis 41 réparties sur un deuxième diamètre de la couronne de court-circuit 16. Les vis 41 réparties sur le deuxième diamètre traversent le talon 38 et sont logées dans des lamages de la couronne de court-circuit pour un maintien radial sous l'effet de la force centrifuge.

10 La couronne de court-circuit 16 est maintenue par deux rangées de vis 39 et 41 réparties sur des diamètres différents augmentant la pression de maintien de la couronne 16 contre l'élément de compaction 30 par rapport aux modes de réalisation des moyens retenue décrits précédemment.

15 La couronne de court-circuit 16 peut comprendre un évidement 42 sur sa surface en contact avec l'élément 30 qui est situé sur un diamètre supérieur au talon 38 de manière à augmenter la pression de contact du talon 38 dans le fond de la gorge 37.

20 Bien entendu, les modes de réalisation décrits précédemment peuvent être combinés, les modes de réalisation décrits aux figures 4, 5, 6 et 7 peuvent comporter en outre des vis réparties sur un deuxième diamètre de la couronne de court-circuit et/ou un évidement 42 comme illustré à la figure 8, les modes de réalisation illustrés aux figures 4, 5, 6 et 8 peuvent comporter une section trapézoïdale comme illustrée à la figure 7.

25 La figure 9 illustre une coupe partielle selon une direction axiale d'un sixième mode de réalisation des moyens de retenue.

30 On retrouve la couronne de court-circuit 16 comprenant le talon 35, l'élément de compaction 30 comprenant la gorge 34 et les vis 36 selon le quatrième mode de réalisation des moyens de retenue décrit à la figure 7.

Les moyens de retenue comprennent en outre une deuxième gorge 42 sur un deuxième diamètre de l'élément de compaction 30 et un deuxième talon 43 sur un deuxième diamètre de la couronne de court-circuit 16 de sorte que le deuxième talon 43 s'encastre dans la deuxième gorge 42 pour former un deuxième épaulement, les deuxièmes diamètres étant inférieurs aux premiers diamètres.

La couronne de court-circuit 16 est maintenue dans l'élément de compaction 30 par deux épaulements augmentant le maintien radial de la couronne de court-circuit 16 sous l'effet de la force centrifuge.

De plus, comme la couronne 16 est maintenue par deux épaulements, la profondeur des gorges 34 et 42 peut être réduite par rapport aux modes de réalisation décrivant qu'une seule gorge afin d'augmenter la rigidité de l'élément de compaction 30.

Bien entendu, les moyens de retenue peuvent comprendre plus de deux épaulements.

Les épaulements ont par exemple une section trapézoïdale ou rectangulaire.

Dans les modes de réalisation décrits précédemment, l'élément de compaction 15, 23, 30 a le même diamètre extérieur que le diamètre extérieur de la couronne de court-circuit 16.

Selon d'autres modes de réalisation, le diamètre extérieur de l'élément de compaction 15, 23, 30 est inférieur au diamètre extérieur de la couronne de court-circuit 16.

La figure 10 illustre une coupe partielle selon une direction axiale d'un septième mode de réalisation des moyens de retenue.

On retrouve la couronne de court-circuit 16 et un élément de compaction 44 différant de l'élément de compaction 30 en ce que son diamètre extérieur d_{44} est inférieur au diamètre extérieur de la couronne de court-circuit 16.

Les moyens de retenue comprennent une gorge 45 sur un diamètre de la couronne de court-circuit 16, un talon 46 sur un diamètre de l'élément de compaction 44 de sorte que le talon 46 s'encastre dans la gorge 45 pour former un épaulement et des vis 47 réparties uniformément sur un diamètre de la couronne de court-circuit 16 pour solidariser la couronne de court-circuit et l'élément de compaction, les vis étant en prise dans le talon 46.

La figure 11 illustre une coupe partielle selon une direction axiale d'un huitième mode de réalisation des moyens de retenue.

On retrouve la couronne de court-circuit 16 et l'élément de compaction 44 comprenant la gorge 45, le talon 46 et les vis 47.

Les moyens de retenue comprennent en outre une deuxième gorge 46a sur un deuxième diamètre de l'élément de compaction 44 de sorte qu'une extrémité 48 de la couronne de court-circuit 16 s'encastre dans la deuxième gorge pour former un deuxième épaulement, le deuxième diamètre étant inférieur au premier diamètre.

En variante non représentée, les moyens de retenue comprennent en outre des vis réparties sur un deuxième diamètre de la couronne pour solidariser la couronne de court-circuit et l'élément de compaction, le deuxième diamètre d'implantation des vis étant inférieur au premier diamètre d'implantation des vis.

Les vis sur le deuxième diamètre d'implantation sont en prise dans la gorge 46a.

La figure 12 illustre une coupe partielle selon une direction axiale d'un neuvième mode de réalisation des moyens de retenue.

On retrouve la masse magnétique 14 cylindrique, la couronne de court-circuit 16 comprenant le talon 20 et les vis 21, et la barre conductrice 17 décrites aux figures 3 et 4.

Un élément de compaction 49 est inséré entre la masse magnétique 14 et la couronne de court-circuit 16 différant de l'élément de compaction 44 en ce qu'il comprend une gorge 50 sur un diamètre de l'élément de compaction 49 de sorte que le talon 20 s'encastre dans la gorge 50 pour former un épaulement.

Le diamètre d'implantation d16a des trous 16a dans la couronne de court-circuit est inférieur au diamètre d17 d'implantation des barres conductrices 17 dans la masse magnétique 14.

Les trous 16a, de préférence circulaires, ne sont pas coaxiaux avec le diamètre d'implantation des barres conductrices, de préférence cylindriques.

La barre conductrice 17 subit une précharge en flexion dans le trou 16a par la force des vis 21 pour établir un contact électrique avec la couronne de court-circuit et éviter des étincelles au démarrage de la machine électrique tournante 9, la force centrifuge au démarrage n'étant pas suffisante pour établir un bon contact électrique.

En variante non représentée, si les trous 16a, de préférence circulaires, sont coaxiaux aux barres conductrices 17, de préférence cylindriques, l'extrémité des barres conductrices 17 insérées dans les trous 16a comporte un moletage de sorte que les extrémités du moletage aient un diamètre supérieur au diamètre des trous 16a.

Lors de l'insertion des barres 17 dans les trous 16a, les extrémités du moletage sont matées par la force des vis 21 et assurent le contact électrique entre la couronne 16 et les barres 17.

En variante, les trous 16a et les barres conductrices 17 sont de forme rectangulaire ou oblongue. Les extrémités des barres 17 peuvent comporter un moletage avec une section supérieure à la section des trous 16a.

La figure 13 illustre une coupe partielle selon une direction axiale d'un dixième mode de réalisation des moyens de retenue différent du neuvième mode de réalisation des moyens de retenue illustrés à la figure 12 en ce que la couronne de court-circuit 16 comprend un lamage 51 dans lequel vient se loger la tête de vis 21 pour assurer le maintien radial de la tête de vis sous l'effet de la force centrifuge, et le trou 16a et la barre conductrice 17 comprennent un pan incliné 16b et 17a de sorte que lors de l'insertion de la barre 17 dans le trou 16a, les pans inclinés viennent en contact pour établir un contact électrique entre la couronne de court-circuit 16 et la barre 17 et éviter des étincelles au démarrage de la machine électrique tournante 9.

La barre 17, de préférence de section rectangulaire, subit une précharge de flexion progressive dans le trou 16a par la force des vis 21 et les pans inclinés 16b et 17a.

Dans les figures 12 et 13, la précharge en flexion des barres 17 est réalisée par le moyen de retenue du talon 20 dans la gorge 50 empêchant la couronne de court-circuit 16 de se déformer radialement vers l'extérieur sous l'effet des forces de flexion des barres 17.

Dans les modes de réalisation décrits précédemment, les barres conductrices 17 sont insérées dans les couronnes de court-circuit 16, permettant ainsi la libre dilatation thermique axiale des barres 17.

Les barres conductrices 17 peuvent être brasées sur les couronnes de court-circuit 16.

Cependant, sous l'effet de la température générée par la brasure, jusqu'à 700 °C, le talon en cuivre de la couronne de court-circuit 16 qui se dilate, casse par cisaillement radial dans la gorge de l'élément de compaction en acier sous l'effet des coefficients de dilatation différents du cuivre et de l'acier, et de la couronne qui est

à une température supérieure à l'élément de compaction pendant l'opération de brasage.

Les modes de réalisation précédemment décrits ne sont pas adaptées pour des barres conductrices brasées sur les couronnes de court-circuit 16.

Les moyens de retenue décrits dans ce qui suit sont adaptés au brasage des barres conductrices 17 sur les couronnes de court-circuit ou à l'insertion des barres 17 dans les trous 16a.

La figure 14 illustre une coupe partielle selon une direction axiale d'un onzième mode de réalisation des moyens de retenue dans lequel les barres conductrices 17 sont brasées sur une couronne de court-circuit 51.

La couronne de court-circuit 51 n'est plus directement en contact avec une face d'un élément de compaction 52.

Le diamètre extérieur d52 de l'élément de compaction 52 est déterminé de sorte que la périphérie extérieure de l'élément de compaction ne soit pas en contact avec les barres conductrices 17.

Les moyens de retenue comprennent une gorge 53 sur un premier diamètre de la couronne de court-circuit, une couronne de retenue 54 comprenant sur au moins un diamètre un talon 55 et des vis 56 réparties uniformément sur au moins un diamètre de la couronne de retenue pour solidariser la couronne retenue et l'élément de compaction, les vis 56 étant placées sous le diamètre intérieur de la couronne de court-circuit.

La couronne de retenue 54 est insérée entre la couronne de court-circuit 51 et l'élément de compaction 52.

Le talon 55 s'encastre dans la gorge 53 pour former un épaulement et de sorte que la face de la couronne de retenue 54 opposée à celle en contact avec la couronne de court-circuit 51 soit

en contact avec l'élément de compaction 52 et solidarisée par les vis 56.

Pendant l'opération de brasage des barres 17 sur la couronne de court-circuit 51, les vis 56 ne sont pas présentes permettant la libre dilatation thermique radiale de la couronne de court-circuit pendant le brasage.

Lorsque l'ensemble obtenu est à la température ambiante, les vis 56 sont assemblées pour solidariser la couronne de retenue 54 et l'élément de compaction 52, et retenant la couronne 51 par le talon 55 encastré dans la gorge 53.

La figure 15 illustre une coupe partielle selon une direction axiale d'un douzième mode de réalisation des moyens de retenue dans lequel les barres conductrices 17 sont brasées sur une couronne de court-circuit 51.

Ce mode de réalisation est différent du mode de réalisation précédent en ce que les têtes des vis 56 sont disposées chacune dans un lamage 57 de la couronne de retenue 54 pour le maintien radial des têtes de vis 56 sous l'effet de la force centrifuge, la couronne de retenue comporte une gorge 58 sur un diamètre, la couronne de court-circuit 51 comporte un talon 59 sur un diamètre situé sur la face opposée à celle en contact avec l'élément de compaction 52 de sorte que le talon 59 s'encastre dans la gorge 58 pour former un épaulement de manière à maintenir la couronne de court-circuit 51 sous l'effet de la force centrifuge.

La couronne de retenue 54 est retenue sous l'effet de la force centrifuge par son extrémité en contact avec l'élément de compaction 52, la couronne de retenue 54 venant s'encaster dans un lamage 52a de l'élément de compaction 52.

La figure 16 illustre une coupe partielle selon une direction axiale d'un treizième mode de réalisation des moyens de retenue dans

lequel les barres conductrices 17 sont brasées sur une couronne de court-circuit 51, ou en variante, les barres conductrices 17 s'insèrent dans les trous 16a de la couronne de court-circuit 16.

5 Ce mode de réalisation est différent des modes de réalisation précédents en ce que la couronne de court-circuit 16, 51 comprend un deuxième talon de retenue 59a opposé au talon de retenue 59 et l'élément de compaction 52 comprend une deuxième gorge 58a coopérant avec le deuxième talon de retenue 59a.

10 La deuxième gorge 58a coopère également avec l'extrémité de la couronne de retenue 54 venant se loger dans la gorge 58a.

La couronne de retenue 54 est fixée par les vis 56 à l'élément de compaction 52 laquelle couronne est en appui radial contre le talon 59a.

15 En variante non représentée, la couronne de court-circuit 16, 51 comprend deux talons de retenue 59 et 59a opposés venant s'encastrent dans les gorges 58 et 58a respectives de la couronne de retenue 54 et l'élément de compaction 52. Contrairement à la figure 16, l'extrémité de la couronne de retenue 54 comprend un talon de retenue 62 venant s'encastrent dans une deuxième gorge 63 de l'élément de compaction 52. Les vis de fixation 56 se situent sur un diamètre supérieur au diamètre de la deuxième gorge 63.

20 L'avantage d'une couronne de court-circuit comprenant deux talons de retenue 59 et 59a opposés, comme représenté à la figure 16, est que la couronne de court-circuit est mieux retenue par ses deux talons sous l'effet de la force centrifuge, permettant au rotor 12 de tourner à des vitesses de rotation supérieures.

25 La figure 17 illustre une coupe partielle selon une direction axiale d'un quatorzième mode de réalisation des moyens de retenue dans lequel les barres conductrices 17 sont brasées sur une couronne de court-circuit 51.

30

Ce mode de réalisation est différent du mode de réalisation précédent en ce que les moyens de retenue comportent une gorge 60 sur un diamètre de la face de la couronne de court-circuit 51 opposée à l'élément de compaction 52, la couronne de retenue 54 comporte un talon 61 s'encastant dans la gorge 60 pour former un épaulement de retenue, la tête des vis 56 n'étant pas logée dans un lamage de la couronne de retenue 54.

Les moyens de retenue comportent en outre un talon 62 sur un diamètre de la couronne de retenue 54 s'encastant dans une gorge 63 de l'élément de compaction 52 de manière à former un épaulement, le talon 62 étant situé entre l'axe de rotation du rotor et le diamètre d'implantation des vis de fixation 56.

De plus, le diamètre intérieur 51a de la couronne de court-circuit 51 est conique et coopère avec le diamètre extérieur conique 54a de la couronne de retenue 54, assurant un auto-centrage du talon 61 et 62 dans la gorge 60 et 63 lors de l'assemblage de la couronne de retenue 54 dans l'élément de compaction 52.

La figure 18 illustre une coupe partielle selon une direction axiale d'un quinzième mode de réalisation des moyens de retenue dans lequel les barres conductrices 17 sont brasées sur une couronne de court-circuit 51.

Ce mode de réalisation diffère du mode de réalisation illustré à la figure 15 en ce que les moyens de retenue comprennent en outre une deuxième gorge 64 sur un deuxième diamètre de la couronne de retenue 54 et un deuxième talon 65 sur un deuxième diamètre de la couronne de court-circuit 51 situé sur la face opposée à celle en contact avec l'élément de compaction 52 de sorte que le deuxième talon 65 s'encastre dans la deuxième gorge 64 de manière à former un deuxième épaulement et à maintenir la couronne de court-circuit.

En variante, après l'opération de brasage, les gorges de retenue peuvent être usinées pour obtenir une meilleure coaxialité avec les deux talons de la couronne de retenue 54.

5 La figure 19 illustre une coupe partielle selon une direction axiale d'un seizième mode de réalisation des moyens de retenue dans lequel les barres conductrices 17 sont brasées sur une couronne de court-circuit 51.

10 On retrouve la couronne de retenue 54 solidarisée à l'élément de compaction 52 par les vis 56 et le talon 62 s'encastant dans la gorge 63, la gorge 58, la couronne de court-circuit 51 comprenant la gorge 53.

15 Les moyens de retenue comportent en outre une couronne de maintien 66 comprenant une face en contact avec l'élément de compaction 52 et une gorge 67 sur la face opposée à celle en contact avec l'élément de compaction de sorte que les extrémités 68 et 69 de la couronne de maintien s'encastrent dans les gorges 53 et 58 de la couronne de court-circuit 51 et de la couronne de retenue 54.

20 Ce mode de réalisation, comme ceux décrits aux figures 14 à 18, permet le brasage des barres 17 sur la couronne de court-circuit 51 avec une dilatation thermique radiale libre de la couronne de court-circuit pendant l'opération de brasage, le moyen de retenue à la force centrifuge étant réalisé par l'assemblage de la couronne de retenue 54 dans l'élément de compaction 52 après l'opération de brasage lorsque la température de la couronne de court-circuit est
25 revenue à la température ambiante.

Selon d'autres modes de réalisation, chaque extrémité du rotor peut comprendre des moyens de retenue du même type ou des moyens de retenue de types différents.

30 Les moyens de retenue comportant deux gorges ou deux talons de fixation ou deux rangées de vis de fixation sur la couronne de

court-circuit sont particulièrement adaptés pour une vitesse périphérique du rotor inférieure à 160 m/s.

Lorsque la vitesse de rotation périphérique du rotor est supérieure à 160 m/s et jusqu'à 200 m/s, il est nécessaire de cercler les couronnes de court-circuit, en complément des moyens de retenue
5 précédemment décrits.

Selon d'autres modes de réalisation non représentés, si la taille de la couronne de court-circuit est importante, la couronne est segmentée, les segments de la couronne étant séparés par un jeu de
10 dilatation circonférentielle. Les segments sont connectés électriquement entre eux par exemple par des connections brasées, soudées ou de préférence vissées sur la couronne.

La figure 20 illustre une coupe partielle selon une direction axiale d'un dix-septième mode de réalisation des moyens de retenue
15 comportant un cerclage de la couronne de court-circuit 51.

Ce mode de réalisation est différent de celui illustré à la figure 17 en ce que la couronne de court-circuit comprend un logement 70 débouchant sur la périphérie externe de la couronne.

Une couronne de cerclage 71 est insérée dans le logement 70
20 pour maintenir la couronne de court-circuit 51 sous l'effet de la force centrifuge.

La couronne de cerclage 71 est réalisée en un matériau amagnétique pour éviter son échauffement sous l'effet du champ magnétique induit par les bobines statoriques.

25 La couronne de cerclage 71 est réalisée par exemple en inox.

Bien entendu, les exemples de moyens de retenue précédemment décrits peuvent comprendre une couronne de cerclage
71.

Selon d'autres modes de réalisation, des moyens d'isolation électrique sont disposés sous la tête de vis et/ou le long du corps de
30

la vis et/ou entre la couronne de court-circuit et l'élément de compaction.

Les moyens d'isolation permettent d'éviter la circulation d'un courant électrique parasite par les vis de fixation dans la masse magnétique 14.

L'épaisseur radiale du talon de retenue est de préférence égale à une valeur située dans un intervalle de 10% à 40% de l'épaisseur radiale de la couronne de court-circuit et la longueur selon une direction axiale du talon de retenue est de préférence égale à une valeur située dans un intervalle de 15% à 50% de l'épaisseur axiale de la couronne de court-circuit.

De préférence, l'épaisseur axiale des éléments de compaction est supérieure à vingt fois l'épaisseur axiale des tôles magnétiques 18 ou 25.

Les moyens de retenue décrits permettent d'augmenter la vitesse périphérique du rotor sans utilisation d'un cerclage en acier amagnétique de la couronne de court-circuit jusqu'à une vitesse périphérique de 160 m/s réduisant ainsi de coûteuses opérations d'usinage, de frettage de la couronne de cerclage et d'approvisionnement en matériaux amagnétiques à hautes caractéristiques mécaniques.

REVENDICATIONS

1. Rotor (12) pour machine électrique tournante asynchrone à cage d'écureuil comprenant deux éléments de compaction (15, 23, 30, 44, 49, 52) enserrant une masse magnétique cylindrique (14), des couronnes de court-circuit (16, 51) en regard de la face des éléments de compaction opposée à celle en contact avec la masse magnétique, et des barres conductrices (17) logées dans des logements de la masse magnétique et réparties uniformément sur au moins un diamètre de la masse magnétique de sorte que les couronnes de court-circuit et les barres conductrices forment une cage d'écureuil, caractérisé en ce que des moyens de retenue (19, 20, 21, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 43, 45, 46, 46a, 47, 48, 50, 52a, 53, 54, 55, 56, 58, 58a, 59, 59a, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 71) répartis sur au moins un diamètre de chaque couronne de court-circuit et sur au moins un diamètre de chaque élément de compaction coopèrent pour solidariser les couronnes de court-circuit et les éléments de compaction, les diamètres d'implantation des moyens de retenue sur les couronnes et les éléments de compaction étant inférieurs au diamètre d'implantation des barres conductrices.

2. Rotor selon la revendication 1, dans lequel les moyens de retenue comprennent une gorge (19, 27, 31, 34, 37, 42, 46a, 50) sur le au moins un diamètre de l'élément de compaction (15, 23, 30, 44, 49), un talon (20, 28, 32, 35, 38, 43) sur le au moins un diamètre de la couronne de court-circuit (16) de sorte que le talon s'encastre dans la gorge pour former un épaulement et des vis (21, 29, 33, 36, 39, 41) réparties uniformément sur au moins un diamètre de la couronne de court-circuit pour solidariser la couronne de court-circuit et l'élément de compaction.

3. Rotor selon la revendication 2, dans lequel les moyens de retenue comprennent en outre une deuxième gorge (42) sur un deuxième diamètre de l'élément de compaction (30) et un deuxième talon (43) sur un deuxième diamètre de la couronne de court-circuit (16) de sorte que le deuxième talon s'encastre dans la deuxième gorge pour former un

deuxième épaulement, les deuxièmes diamètres étant inférieurs aux premiers diamètres.

4. Rotor selon la revendication 2, comprenant en outre des vis (33, 41) réparties sur un deuxième diamètre de la couronne de court-circuit, les vis sur ledit deuxième diamètre traversant le talon (32, 38).

5. Rotor selon la revendication 1, dans lequel les moyens de retenue comprennent une gorge (45) sur le au moins un diamètre de la couronne de court-circuit (16), un talon (46) sur le au moins un diamètre de l'élément de compaction (44) de sorte que le talon s'encastre dans la gorge pour former un épaulement et des vis (47) réparties uniformément sur au moins un diamètre de la couronne de court-circuit pour solidariser la couronne de court-circuit et l'élément de compaction.

6. Rotor selon la revendication 5, dans lequel les moyens de retenue comprennent en outre une deuxième gorge (46a) sur un deuxième diamètre de l'élément de compaction (44) de sorte qu'une extrémité de la couronne de court-circuit (16) s'encastre dans la deuxième gorge pour former un deuxième épaulement, le deuxième diamètre étant inférieur au premier diamètre.

7. Rotor selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel des trous sont uniformément répartis sur un diamètre de la couronne de court-circuit pour loger les barres conductrices (17), le diamètre d'implantation des barres dans la couronne de court-circuit (16, 51) étant inférieur au diamètre d'implantation des barres conductrices dans la masse magnétique pour réaliser une précharge en flexion radiale des barres conductrices.

8. Rotor selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans lequel des trous sont uniformément répartis sur un diamètre de la couronne de court-circuit (16) pour loger les barres conductrices (17) dans la masse magnétique, les trous étant coaxiaux aux logements des barres conductrices, les trous ayant une dimension inférieure à une dimension des barres conductrices de sorte que lors de l'insertion des barres dans les trous circulaires, une extrémité moletée de chaque barre conductrice se déforme pour créer un contact électrique entre ladite barre et la couronne de court-circuit.

9. Rotor selon l'une des revendications 1 à 8, dans lequel les moyens de retenue à chaque extrémité du rotor sont de types différents.

10. Rotor selon la revendication 1, dans lequel les moyens de retenue comprennent une gorge (53) sur le au moins un diamètre de la couronne de court-circuit (51), une couronne de retenue (54) comprenant sur au moins un diamètre un talon (55) de sorte que le talon s'encastre dans la gorge pour former un épaulement et de sorte que la face de la couronne de retenue opposée à celle en regard de la couronne de court-circuit soit en contact avec l'élément de compaction, et des vis (56) réparties uniformément sur au moins un diamètre de la couronne de retenue pour solidariser la couronne retenue et l'élément de compaction.

11. Rotor selon la revendication 1, dans lequel les moyens de retenue comprennent une couronne de retenue (54) solidarisée à l'élément de compaction par des vis (56) réparties uniformément sur au moins un diamètre de la couronne de retenue et comprenant une gorge (58) sur au moins un diamètre, la couronne de court-circuit (51) comprenant un talon (59) sur au moins un diamètre situé sur la face opposée à celle en en regard de l'élément de compaction de sorte que le talon s'encastre dans la gorge de manière à maintenir la couronne de court-circuit.

12. Rotor selon la revendication 11, dans lequel la couronne de court-circuit (16, 51) comprend en outre un deuxième talon de retenue (59a) opposé au talon de retenue (59) et l'élément de compaction (52) comprend une deuxième gorge (58a) coopérant avec le deuxième talon de retenue.

13. Rotor selon l'une des revendications 11 et 12, dans lequel les moyens de retenue comportent en outre un talon (62) sur un diamètre de la couronne de retenue (54) s'encastant dans une gorge (63) de l'élément de compaction (52) de manière à former un épaulement, le talon étant situé entre l'axe de rotation du rotor et le diamètre d'implantation des vis de fixation.

14. Rotor selon l'une quelconque des revendications 11 à 13, dans lequel les moyens de retenue comprennent en outre une deuxième gorge (64) sur au moins un diamètre de la couronne de retenue (54) et

un deuxième talon (65) sur un deuxième diamètre de la couronne de court-circuit (51) situé sur la face opposée à celle en regard de l'élément de compaction de sorte que le deuxième talon s'encastre dans la deuxième gorge de manière à maintenir la couronne de court-circuit.

5 15. Rotor selon la revendication 1, dans lequel les moyens de retenue comprennent une couronne de retenue (54) solidarisée à l'élément de compaction par des vis (56) réparties uniformément sur au moins un diamètre de la couronne de retenue (54) et comprenant une gorge (58) sur au moins un diamètre, la couronne de court-circuit (51)
10 comprenant une gorge (53) sur au moins un diamètre situé sur la face en regard à celle de l'élément de compaction (52), et une couronne de maintien (66) comprenant une face en contact avec l'élément de compaction et comprenant une gorge (67) sur la face opposée à celle en contact avec l'élément de compaction de sorte que les extrémités de la
15 couronne de maintien (68, 69) s'encastrent dans les gorges (53, 58) de la couronne de court-circuit et de la couronne de retenue.

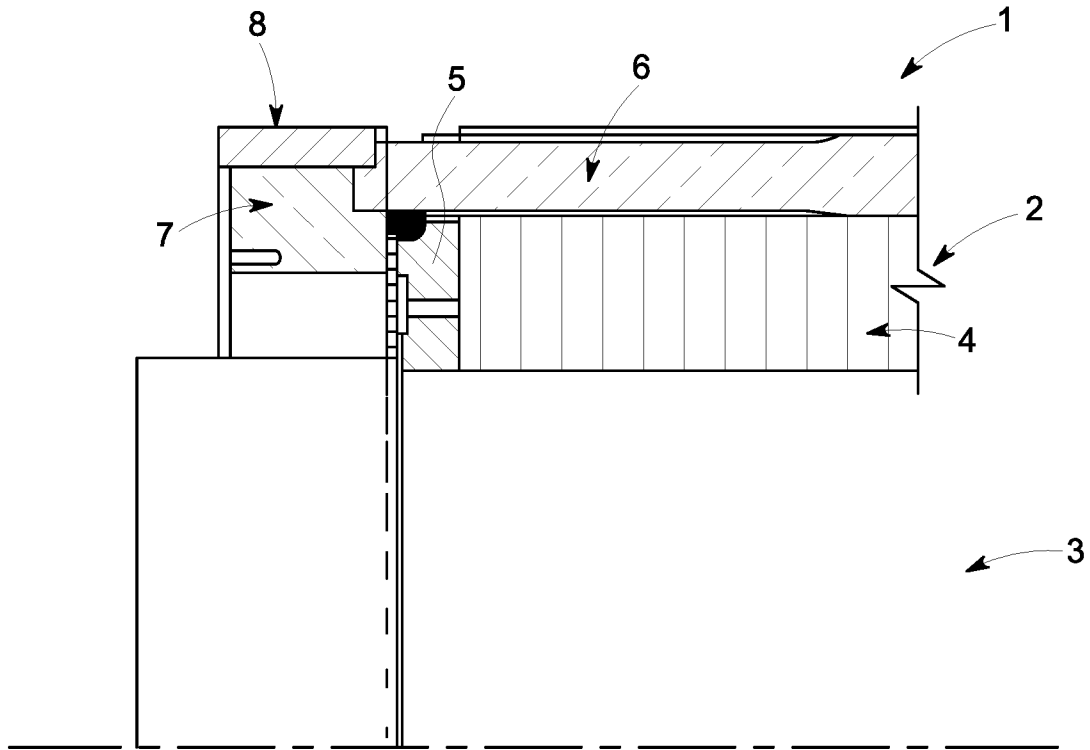
16. Rotor selon l'une quelconque des revendications 10 à 15, dans lequel les extrémités des barres conductrices (17) sont brasées sur les couronnes de court-circuit.

20 17. Rotor selon l'une des revendications 1 à 16, comprenant en outre une couronne de cerclage (71) entourant la couronne de court-circuit, la couronne de cerclage étant de préférence amagnétique, par exemple en inox.

25 18. Rotor selon l'une des revendications 2 à 17, dans lequel des moyens d'isolation électrique sont disposés sous la tête de vis et/ou le long du corps de la vis et/ou entre la couronne de court-circuit (16) et l'élément de compaction (15, 23, 30, 44, 49).

30 19. Rotor selon l'une des revendications 1 à 18, dans lequel l'élément de compaction (15, 23, 30, 44, 49, 52) comprend un plateau de serrage (15) ou une bride de compaction (23) d'un demi-arbre (22) non traversant.

20. Machine électrique tournante asynchrone à cage d'écureuil comprenant un rotor (12) selon l'une quelconque des revendications précédentes.



ART ANTERIEUR

FIG. 1

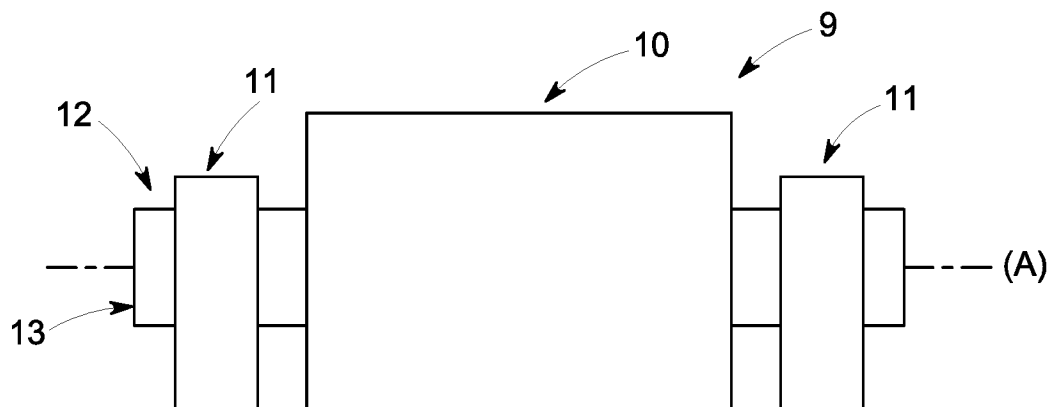


FIG. 2

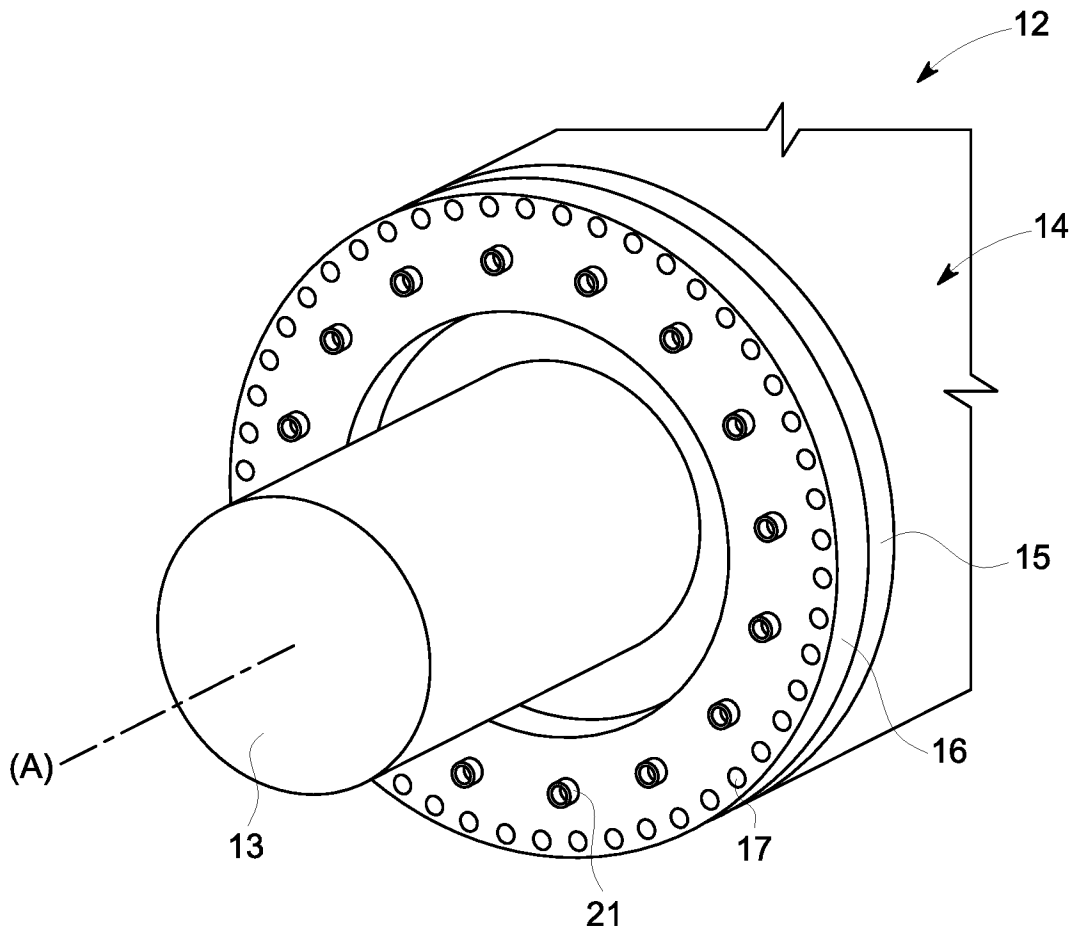


FIG. 3

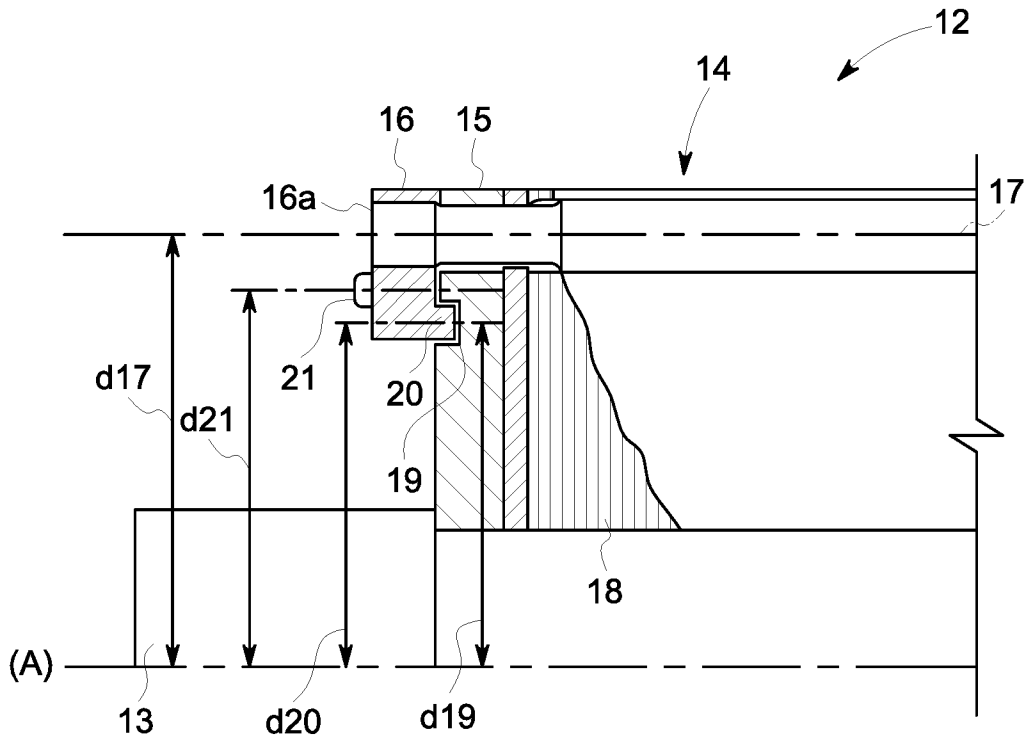


FIG. 4

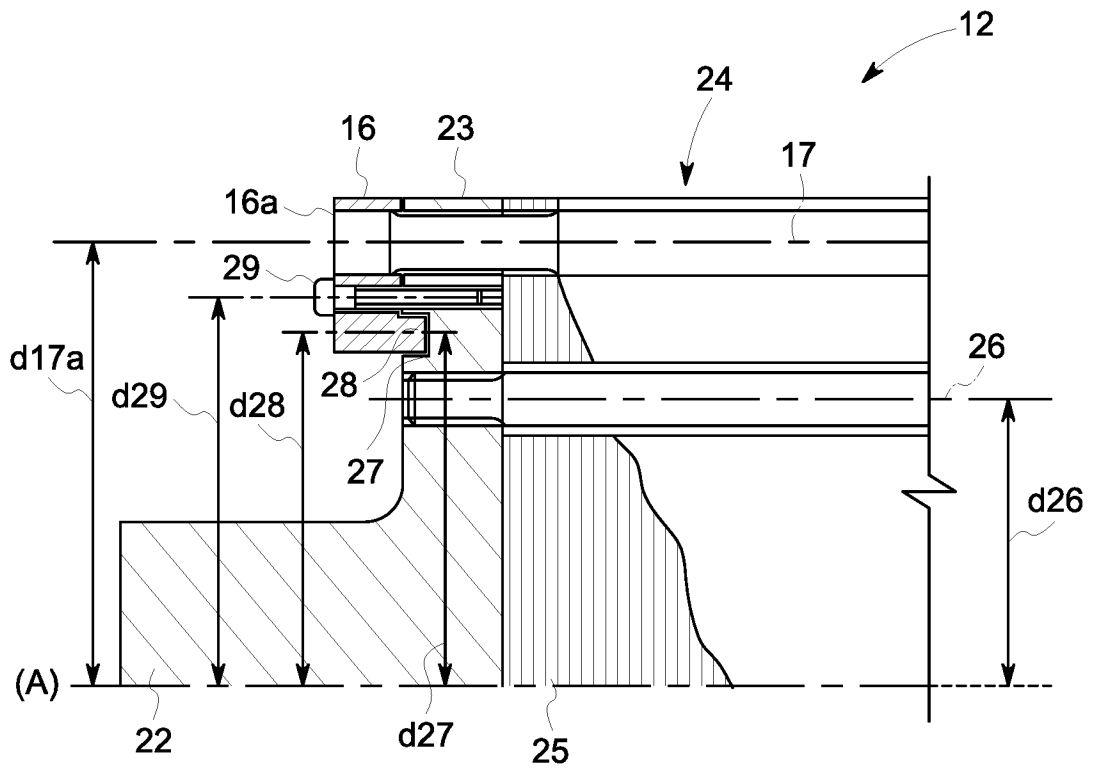


FIG. 5

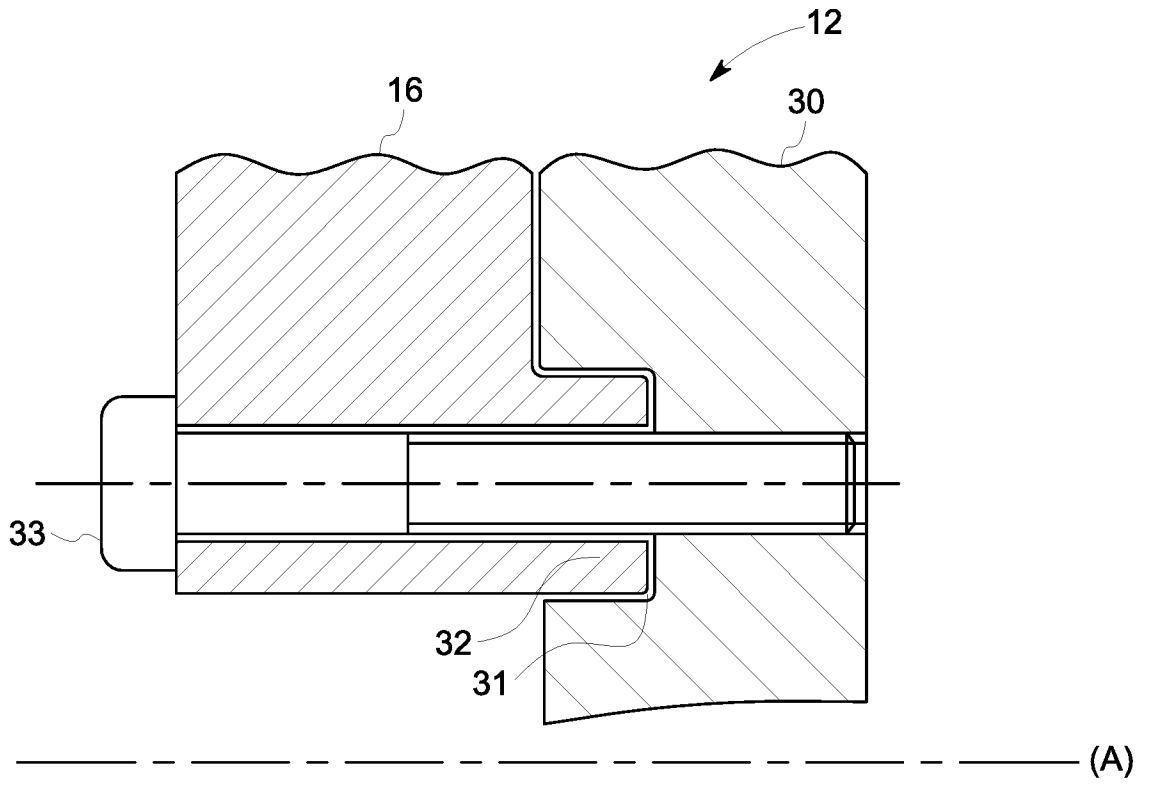


FIG. 6

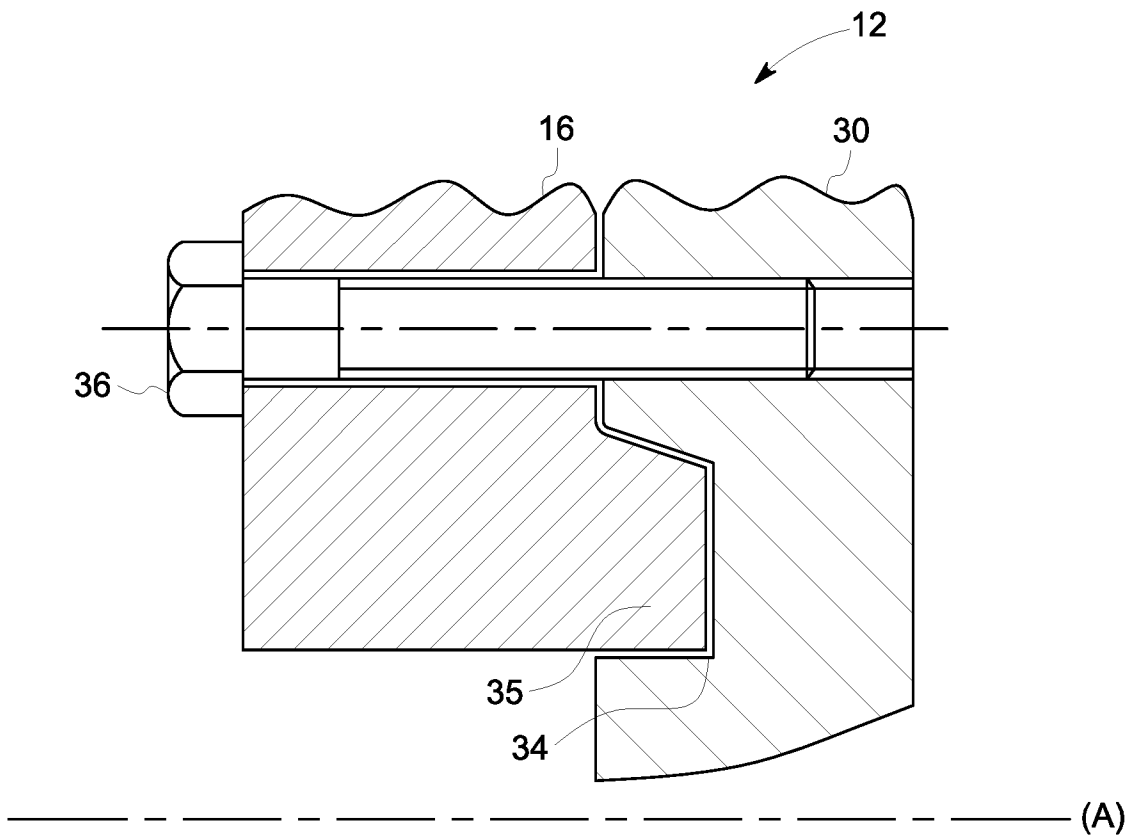


FIG. 7

5/12

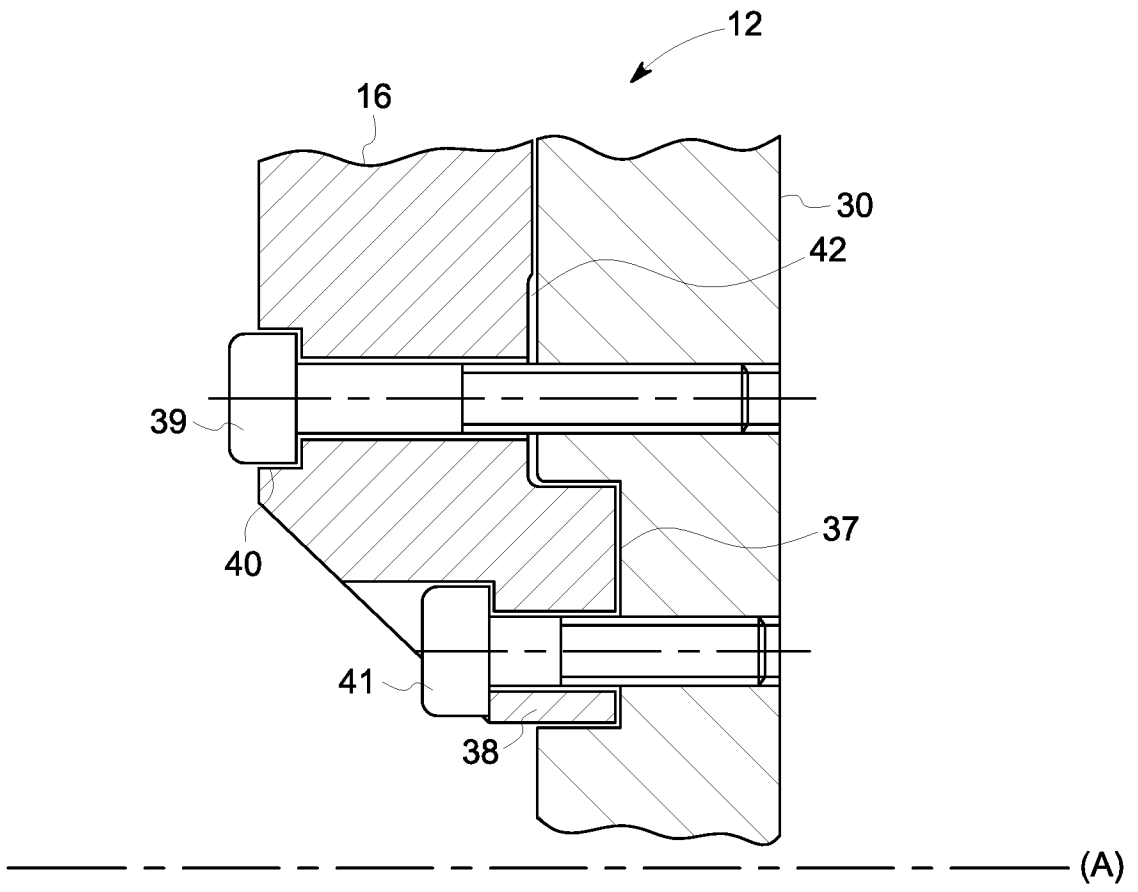


FIG. 8

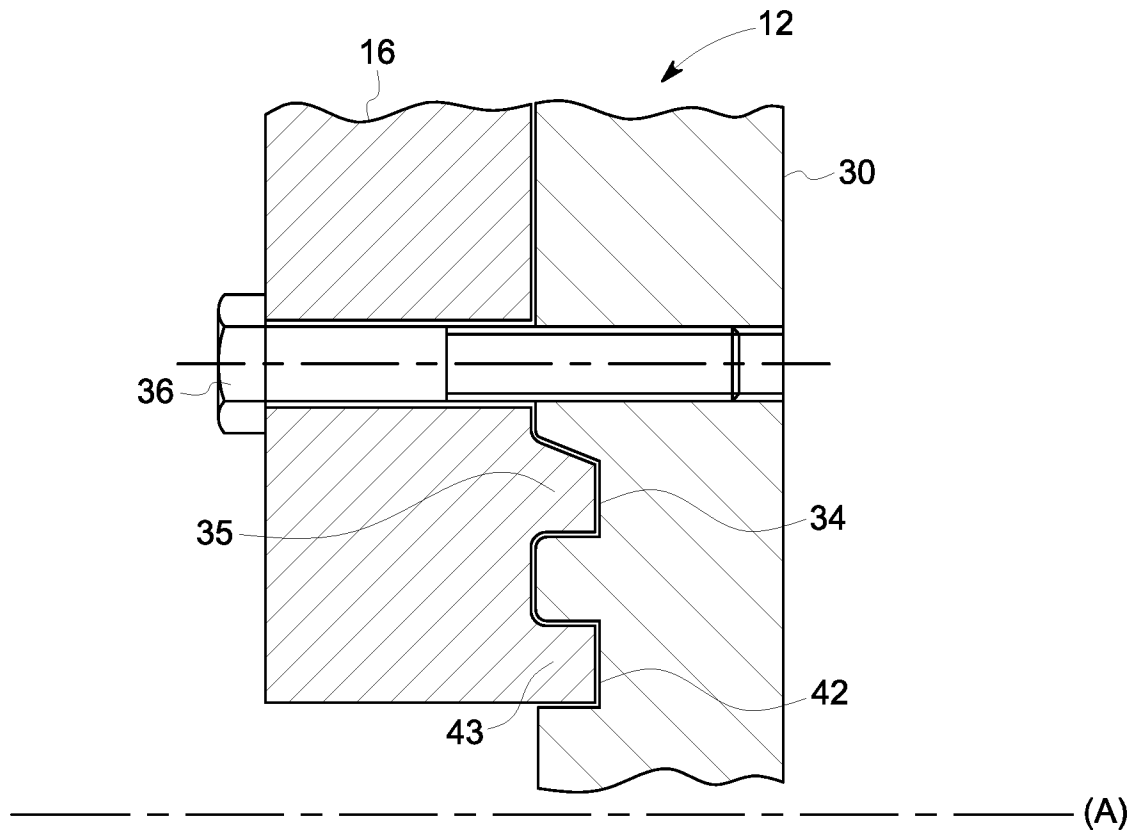


FIG. 9

6/12

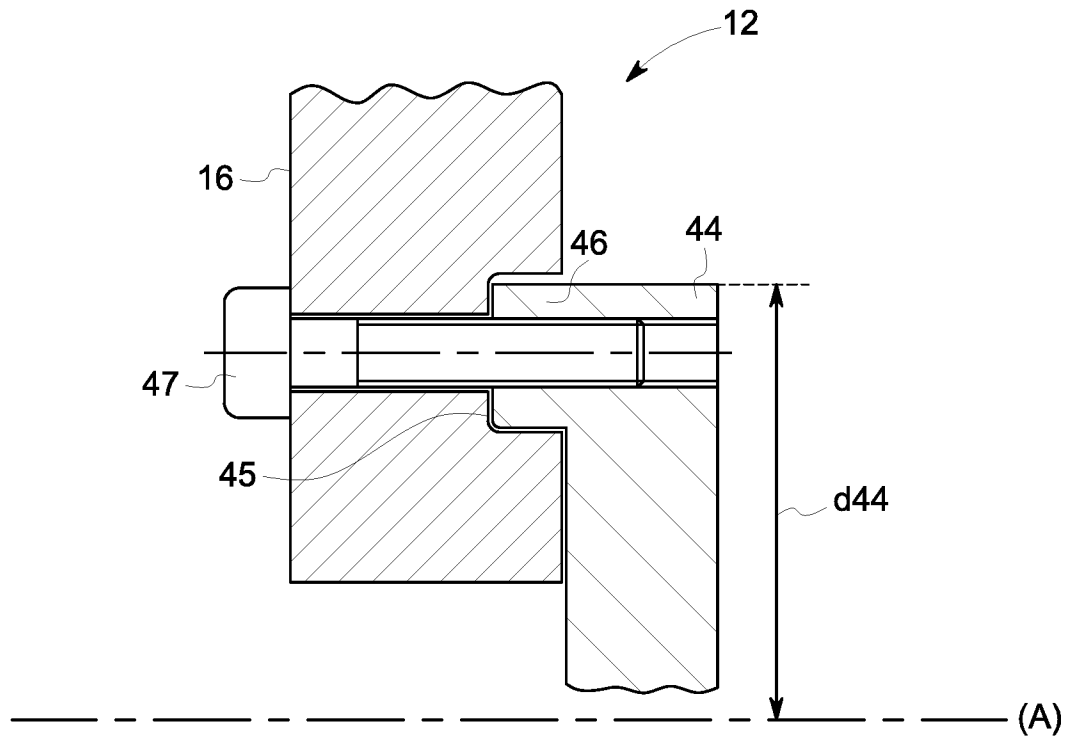


FIG. 10

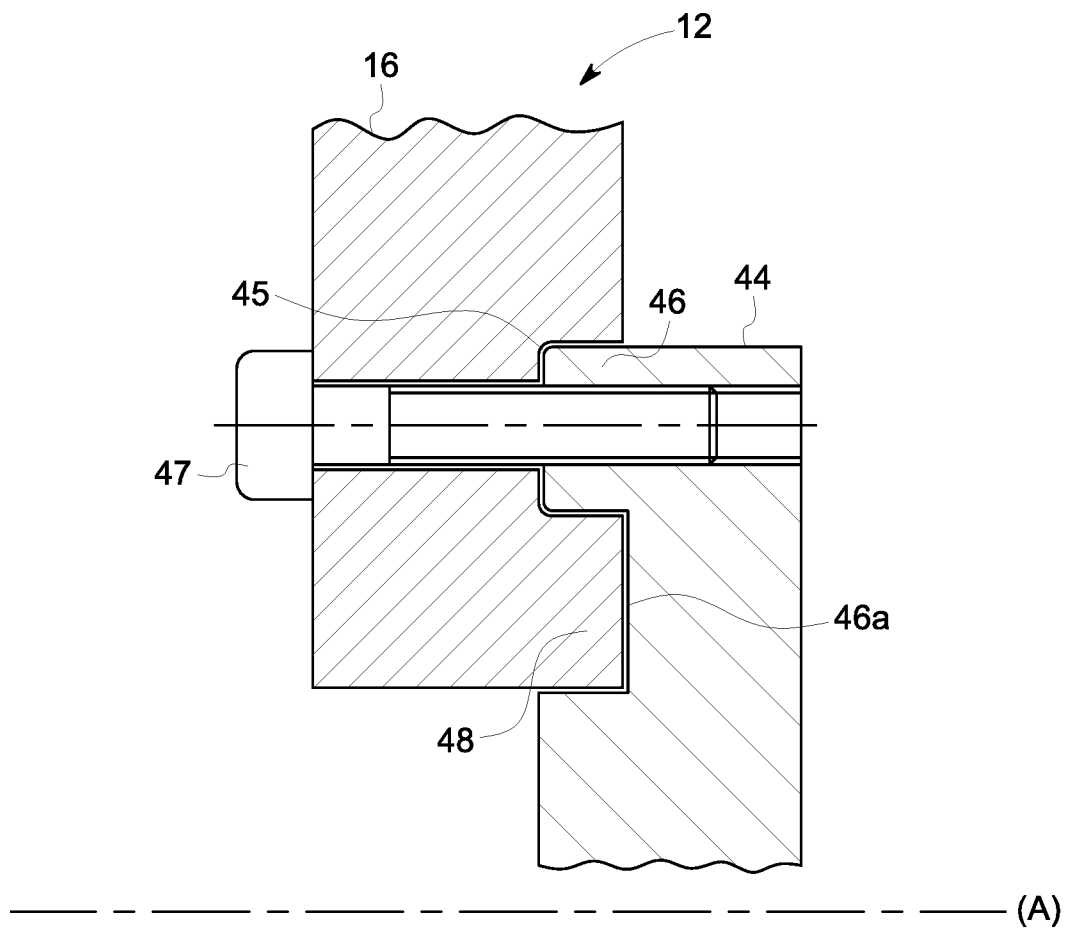


FIG. 11

7/12

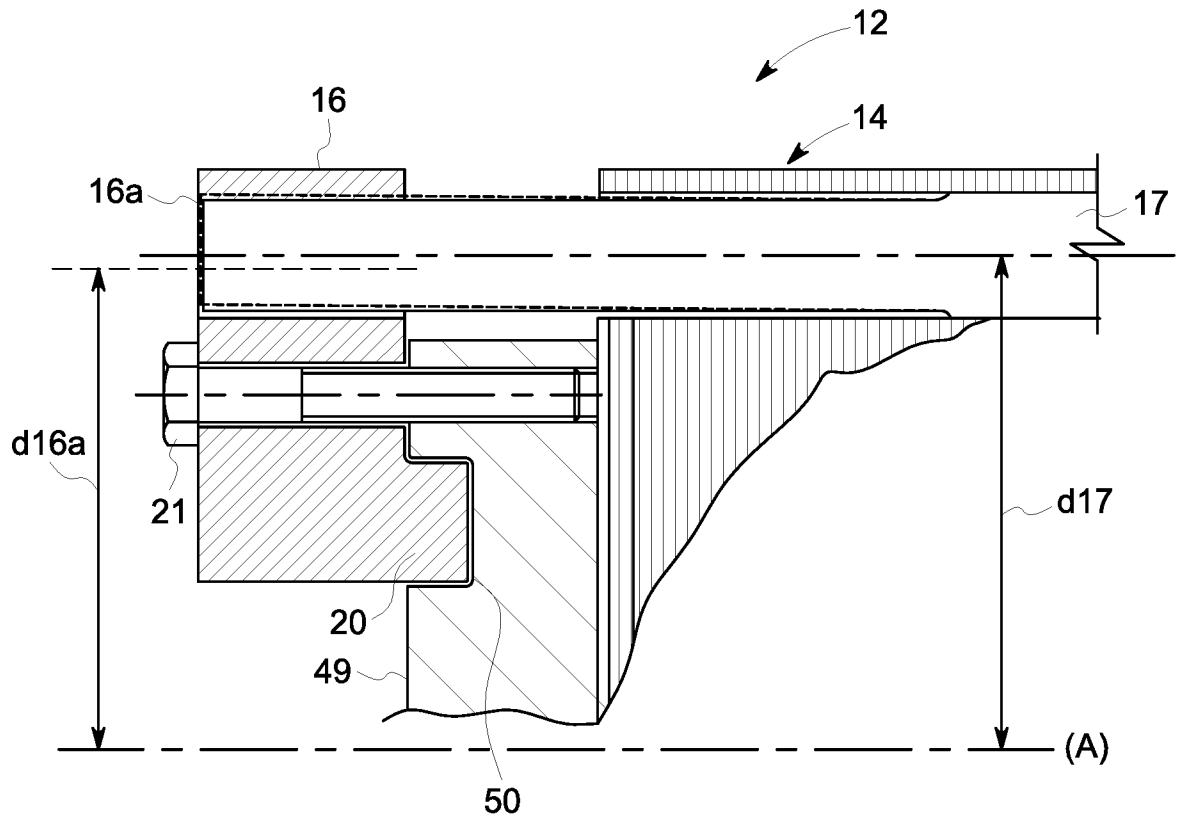


FIG. 12

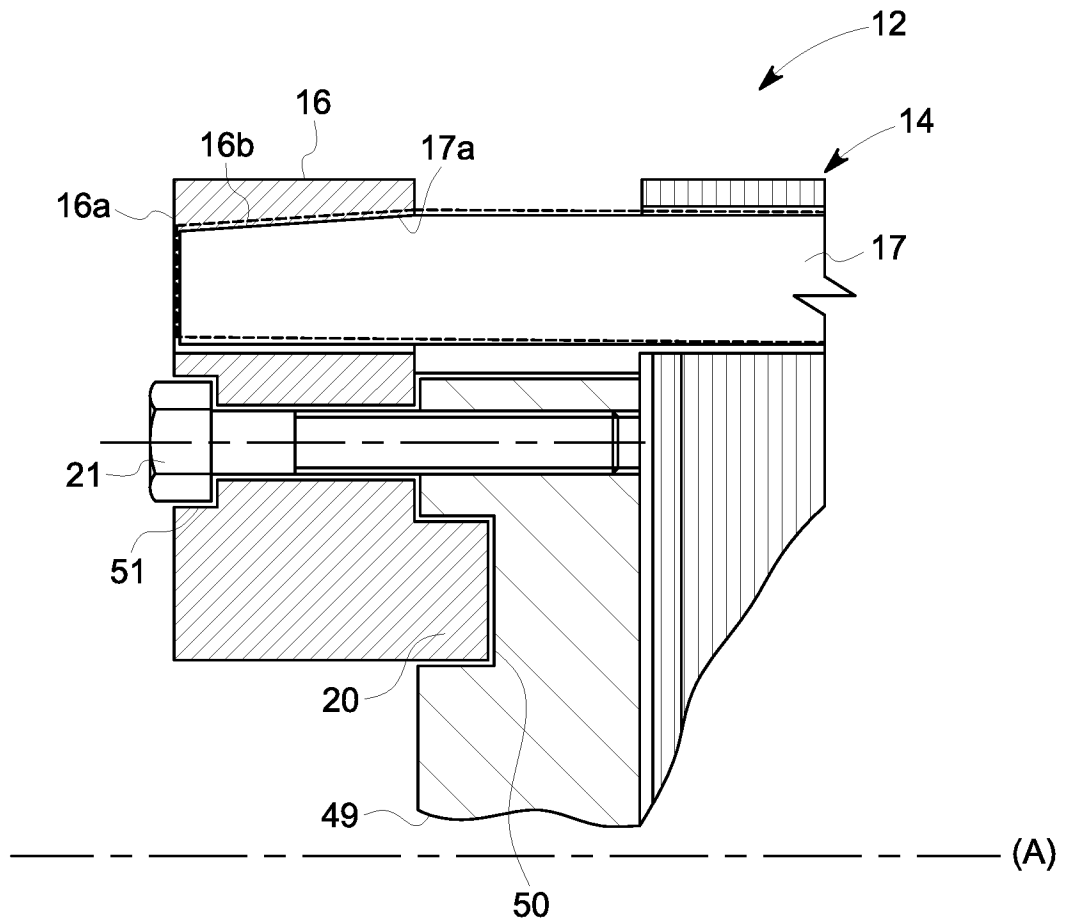


FIG. 13

8/12

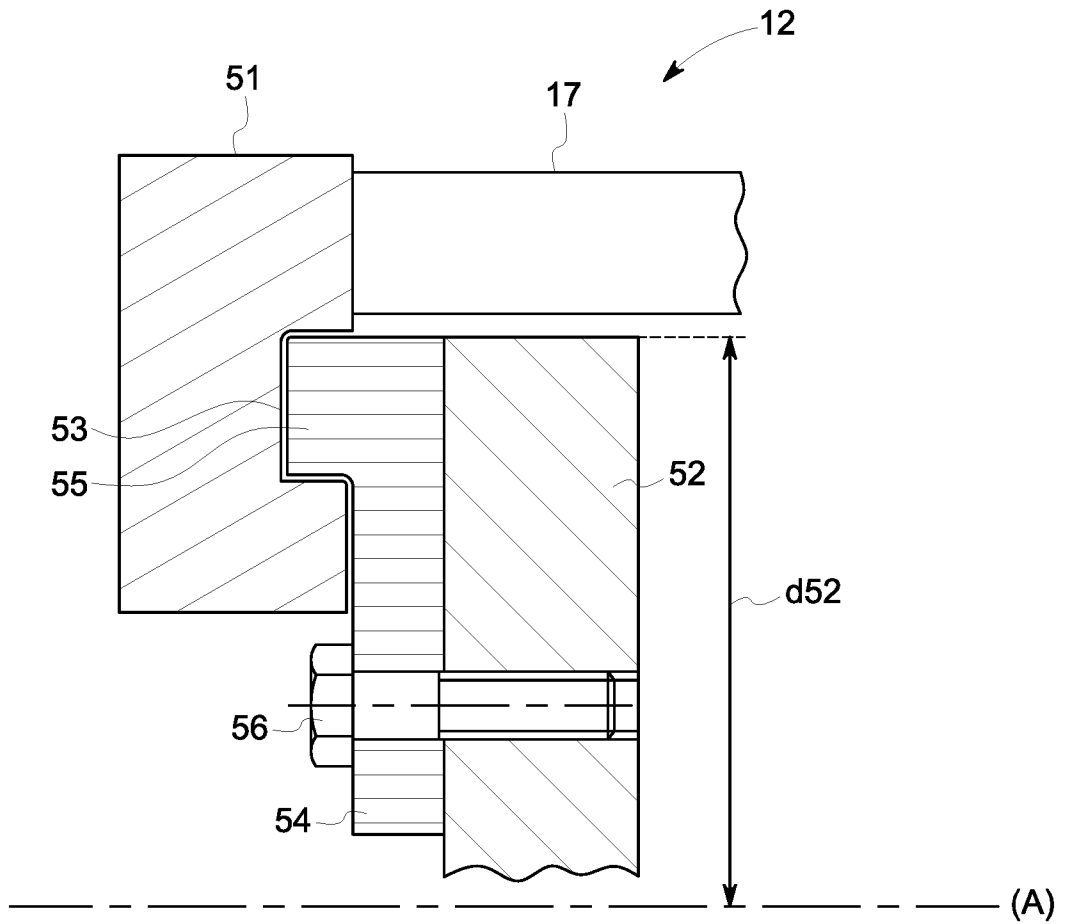


FIG. 14

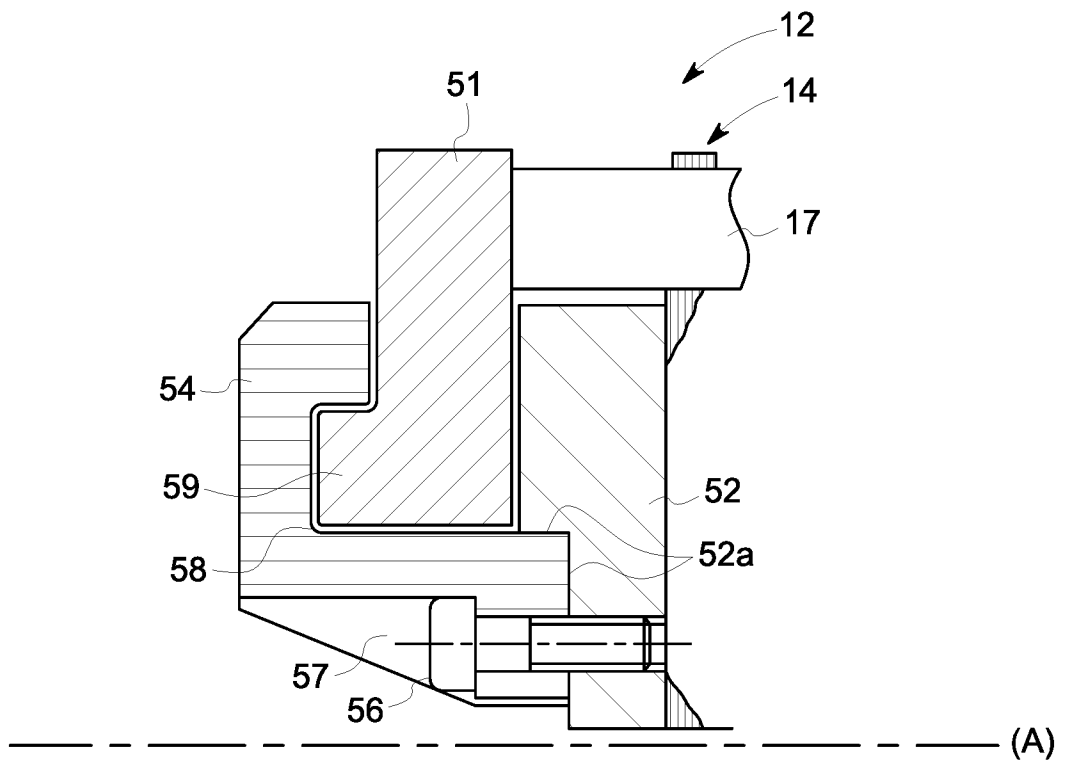


FIG. 15

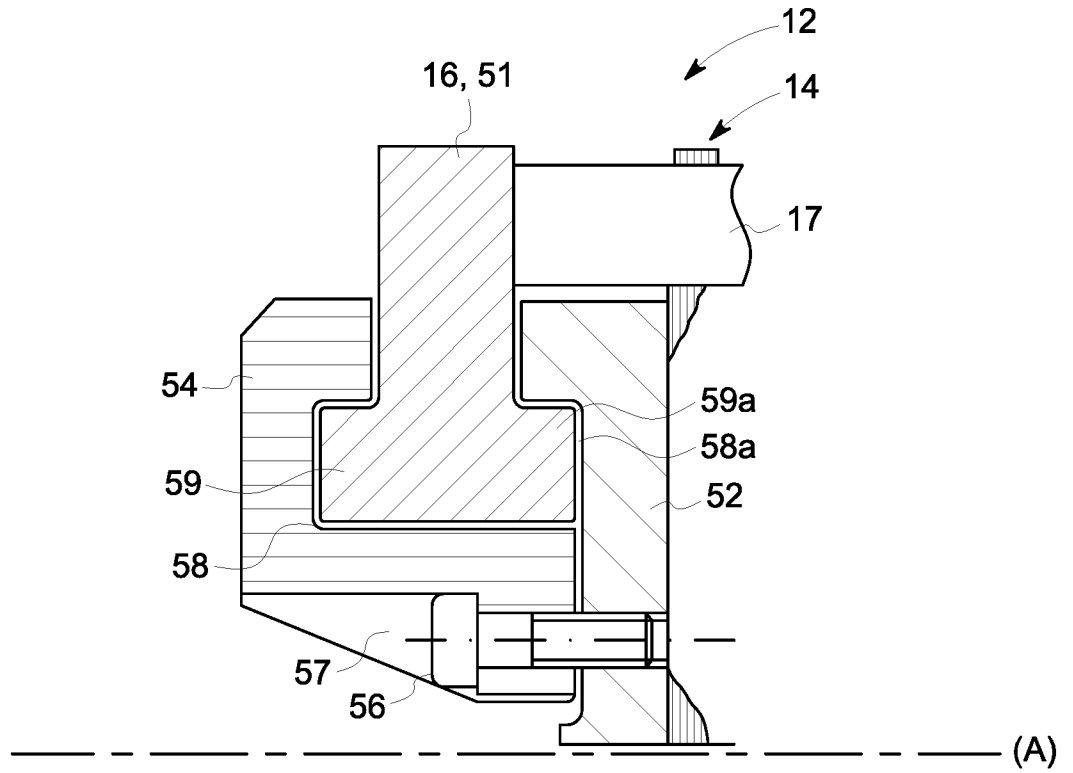
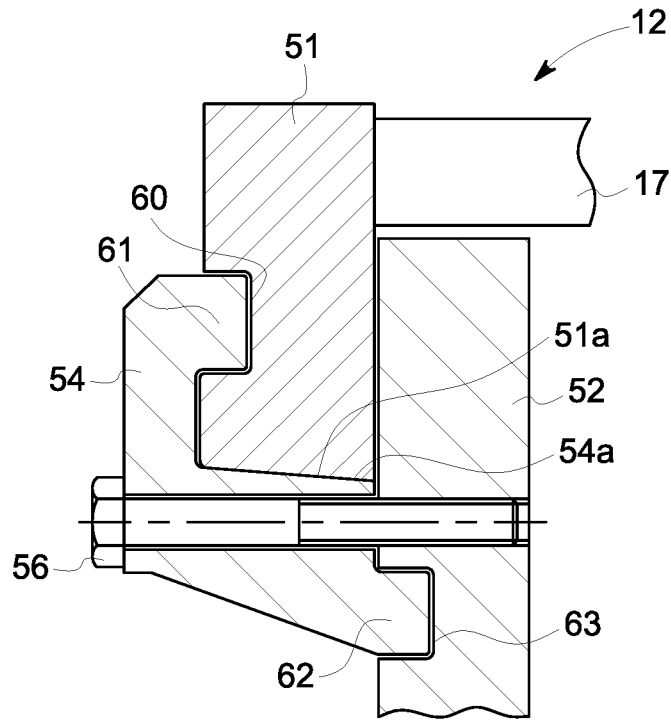


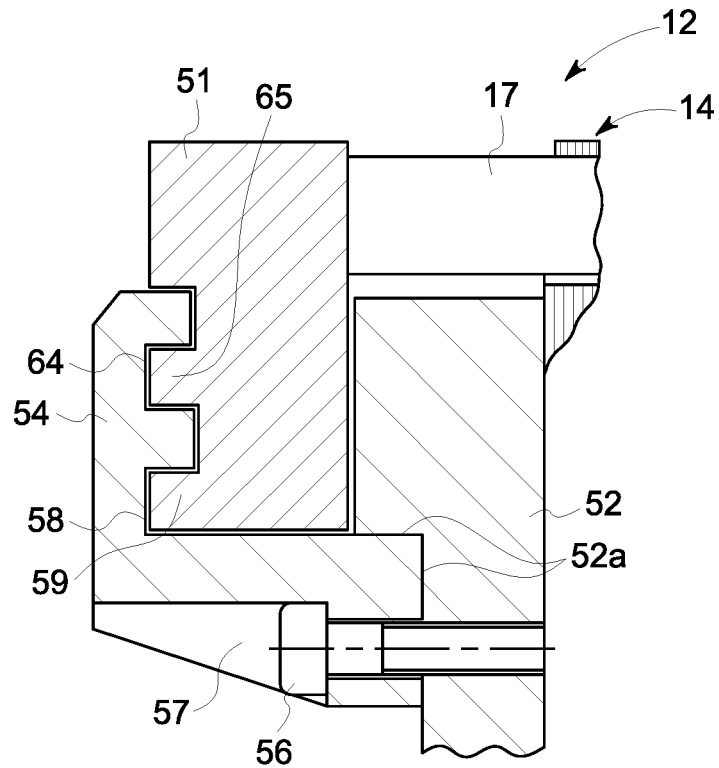
FIG. 16

10/12



(A)

FIG. 17



(A)

FIG. 18

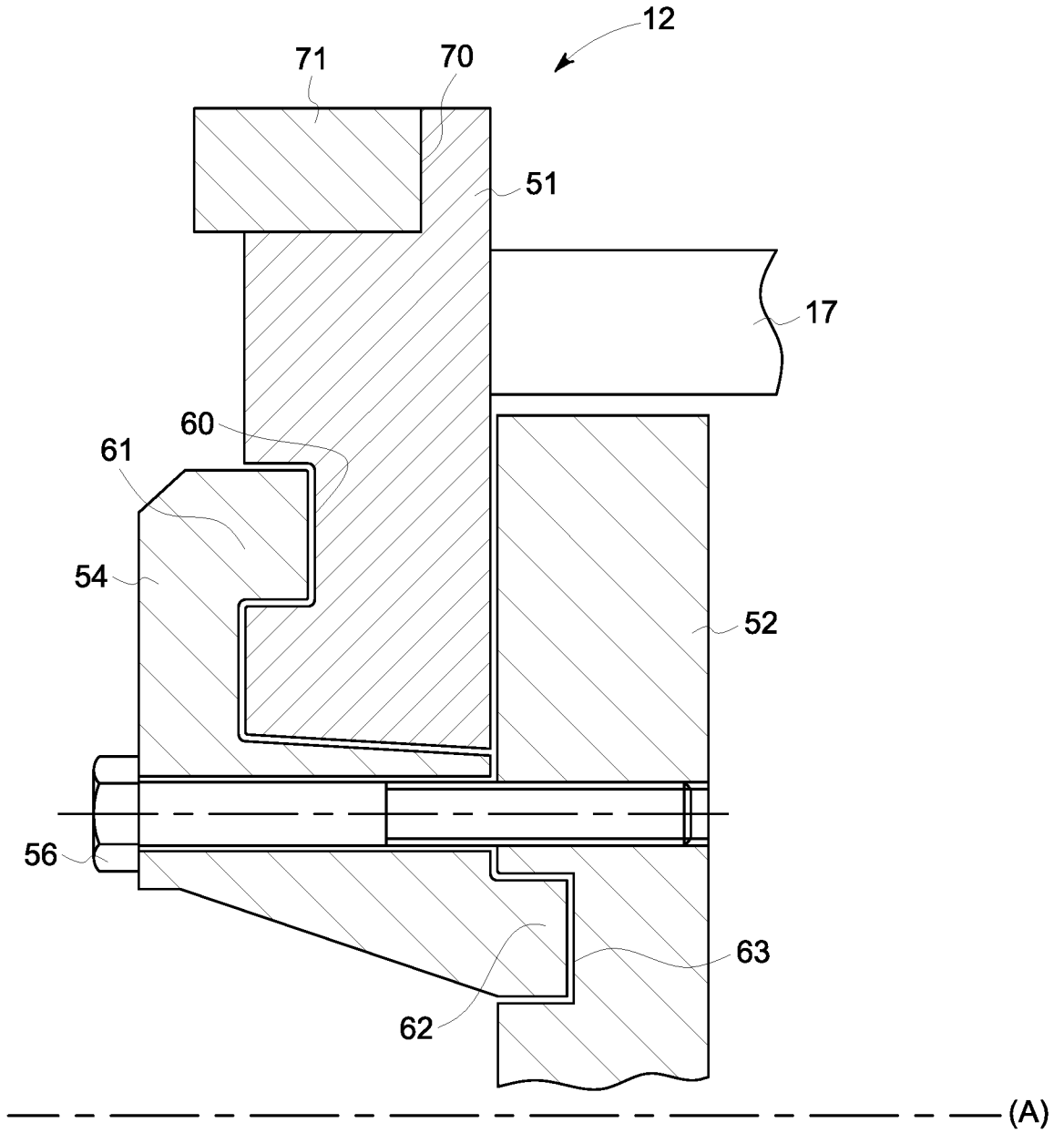


FIG. 20

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2019/080109

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
H02K 15/00 (2006.01)i; H02K 17/16 (2006.01)n; H02K 5/24 (2006.01)n; H02K 1/28 (2006.01)n		
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 A	US 1823337 A (SHEELY ROBERT R) 15 September 1931 (1931-09-15) page 1, column 1, line 22 - page 1, column 2, line 2; figure 1	1,2,11,20 3,4,6,9,10,18
X	EP 0749198 A2 (ABB DAIMLER BENZ TRANSP [CH]) 18 December 1996 (1996-12-18) column 4, line 48 - column 5, line 26; figure 6	1,2,5,7,8,17,20
X	FR 2859049 A1 (ASMO CO LTD [JP]) 25 February 2005 (2005-02-25) page 12, line 13 - line 25; figure 10	1,11-14,19,20
X	DE 2226015 B1 (FELTEN U. GUILLEAUMS SCHALTANLAGEN GMBH) 30 August 1973 (1973-08-30) column 4, line 22 - line 35; figures 3-4	1,15,16
X A	EP 0609645 A1 (GEC ALSTHOM ACEC EN SA [BE]) 10 August 1994 (1994-08-10) column 2, line 50 - column 3, line 33; figures 1-3	1,19,20 2,5
X A	WO 2014/124762 A2 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 21 August 2014 (2014-08-21) cited in the application page 11, line 13 - page 12, line 19; figures 3A,3B,6A,6B,7A,7B,	1,5,11,12,19,20 2
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> 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 22 January 2020		Date of mailing of the international search report 30 January 2020
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer von Rauch, Marianne Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2019/080109

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US	1823337	A	15 September 1931	NONE	
EP	0749198	A2	18 December 1996	AU 709455 B2	26 August 1999
				BR 9602785 A	08 September 1998
				CA 2177777 A1	15 December 1996
				CN 1146090 A	26 March 1997
				CZ 287781 B6	14 February 2001
				DE 19521700 A1	19 December 1996
				EP 0749198 A2	18 December 1996
				HU 9601637 A2	28 May 1997
				JP H09103054 A	15 April 1997
				NO 316486 B1	26 January 2004
				PL 314712 A1	23 December 1996
				RU 2168832 C2	10 June 2001
				US 5719457 A	17 February 1998
				ZA 9604917 B	08 January 1997
FR	2859049	A1	25 February 2005	DE 102004039849 A1	17 March 2005
				FR 2859049 A1	25 February 2005
				US 2005040726 A1	24 February 2005
DE	2226015	B1	30 August 1973	NONE	
EP	0609645	A1	10 August 1994	DE 69311530 D1	17 July 1997
				DE 69311530 T2	08 January 1998
				EP 0609645 A1	10 August 1994
WO	2014124762	A2	21 August 2014	DE 102013202403 A1	28 August 2014
				EP 2957024 A2	23 December 2015
				WO 2014124762 A2	21 August 2014

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
 INV. H02K15/00
 ADD. H02K17/16 H02K5/24 H02K1/28

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 A	US 1 823 337 A (SHEELY ROBERT R) 15 septembre 1931 (1931-09-15) page 1, colonne 1, ligne 22 - page 1, colonne 2, ligne 2; figure 1 -----	1,2,11, 20 3,4,6,9, 10,18
X	EP 0 749 198 A2 (ABB DAIMLER BENZ TRANSP [CH]) 18 décembre 1996 (1996-12-18) colonne 4, ligne 48 - colonne 5, ligne 26; figure 6 -----	1,2,5,7, 8,17,20
X	FR 2 859 049 A1 (ASMO CO LTD [JP]) 25 février 2005 (2005-02-25) page 12, ligne 13 - ligne 25; figure 10 -----	1,11-14, 19,20
	-/--	

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:

<p>"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent</p> <p>"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date</p> <p>"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)</p> <p>"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens</p> <p>"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée</p>	<p>"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</p> <p>"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</p> <p>"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</p> <p>"&" document qui fait partie de la même famille de brevets</p>
---	--

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 22 janvier 2020	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 30/01/2020
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 von Rauch, Marianne

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	DE 22 26 015 B1 (FELTEN U. GUILLEAUMS SCHALTANLAGEN GMBH) 30 août 1973 (1973-08-30) colonne 4, ligne 22 - ligne 35; figures 3-4 -----	1,15,16
X	EP 0 609 645 A1 (GEC ALSTHOM ACEC EN SA [BE]) 10 août 1994 (1994-08-10)	1,19,20
A	colonne 2, ligne 50 - colonne 3, ligne 33; figures 1-3 -----	2,5
X	WO 2014/124762 A2 (BOSCH GMBH ROBERT [DE]) 21 août 2014 (2014-08-21) cité dans la demande	1,5,11, 12,19,20
A	page 11, ligne 13 - page 12, ligne 19; figures 3A,3B,6A,6B,7A,7B, -----	2

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2019/080109

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 1823337	A	15-09-1931	AUCUN	
EP 0749198	A2	18-12-1996	AU 709455 B2	26-08-1999
			BR 9602785 A	08-09-1998
			CA 2177777 A1	15-12-1996
			CN 1146090 A	26-03-1997
			CZ 287781 B6	14-02-2001
			DE 19521700 A1	19-12-1996
			EP 0749198 A2	18-12-1996
			HU 9601637 A2	28-05-1997
			JP H09103054 A	15-04-1997
			NO 316486 B1	26-01-2004
			PL 314712 A1	23-12-1996
			RU 2168832 C2	10-06-2001
			US 5719457 A	17-02-1998
			ZA 9604917 B	08-01-1997
FR 2859049	A1	25-02-2005	DE 102004039849 A1	17-03-2005
			FR 2859049 A1	25-02-2005
			US 2005040726 A1	24-02-2005
DE 2226015	B1	30-08-1973	AUCUN	
EP 0609645	A1	10-08-1994	DE 69311530 D1	17-07-1997
			DE 69311530 T2	08-01-1998
			EP 0609645 A1	10-08-1994
WO 2014124762	A2	21-08-2014	DE 102013202403 A1	28-08-2014
			EP 2957024 A2	23-12-2015
			WO 2014124762 A2	21-08-2014