

⑫ **BREVET D'INVENTION** **B1**

⑤④ Machine électrique.

②② Date de dépôt : 21.09.22.

③⑦ Priorité :

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : HUTCHINSON Société anonyme —
FR.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 22.03.24 Bulletin 24/12.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 18.10.24 Bulletin 24/42.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : MOUNIER Jean-Yves.

⑦③ Titulaire(s) : HUTCHINSON Société anonyme.

⑦④ Mandataire(s) : Ernest GUTMANN - Yves
PLASSERAUD SAS.



Description

Titre de l'invention : Machine électrique

Domaine de la divulgation

- [0001] L'invention appartient au domaine technique des machines électriques, aptes à former un moteur ou un générateur électrique.

Etat de la technique

- [0002] Le document WO 2021/236565 divulgue une machine électrique comportant un stator et un rotor apte à pivoter autour d'un axe, un élément de refroidissement s'étendant autour d'au moins une partie du stator. L'élément de refroidissement comporte des canaux de circulation permettant la circulation d'un fluide de refroidissement, les canaux comportant des moyens de génération de turbulences ou turbulateur aptes à créer des turbulences dans l'écoulement de fluide.
- [0003] Il existe actuellement un besoin d'augmenter encore l'efficacité de tels turbulateurs tout en limitant les pertes de charge, de façon à améliorer encore le refroidissement de la machine électrique.

Exposé de la divulgation

- [0004] Pour répondre à un tel besoin, l'invention propose une machine électrique comportant un stator et un rotor apte à pivoter autour d'un axe X, un élément de refroidissement s'étendant autour d'au moins une partie du stator, ledit élément de refroidissement comportant au moins un canal de circulation apte à permettre la circulation d'un fluide de refroidissement, au moins une zone dudit canal comportant au moins un turbulateur apte à créer une turbulence dans l'écoulement de fluide, caractérisé en ce que le turbulateur comporte une forme générale de V comportant deux branches inclinées l'une par rapport à l'autre et inclinées par rapport à la direction d'écoulement du fluide dans la zone correspondante, lesdites branches étant reliées l'une à l'autre au niveau d'un sommet tourné vers l'amont par rapport au sens d'écoulement du fluide.
- [0005] Les termes axial, radial et circonférentiel sont définis par rapport à l'axe de rotation du rotor.
- [0006] Les termes amont et aval sont définis par rapport au sens de circulation du fluide dans le canal de refroidissement.
- [0007] Un tel turbulateur permet de créer une perturbation dans un éventuel régime d'écoulement laminaire au sein du canal, de façon à casser la ou les couches limites et permettre un meilleur échange de chaleur en vue d'assurer un meilleur refroidissement de la machine électrique.
- [0008] Chaque branche peut comporter une première extrémité destinée à former le sommet du turbulateur et une seconde extrémité opposée. Les premières extrémités des

branches forment ainsi une extrémité amont du turbulateur, les secondes extrémités des branches formant une extrémité aval du turbulateur.

- [0009] Le fluide de refroidissement peut être de l'huile ou un fluide non électriquement conducteur.
- [0010] L'élément de refroidissement peut être annulaire ou partiellement annulaire. L'élément de refroidissement peut s'étendre sur 360°.
- [0011] L'élément de refroidissement peut comporter plusieurs canaux agencés en parallèle, s'étendant circonférentiellement.
- [0012] Chaque canal peut comporter une première extrémité formant une entrée de fluide de refroidissement et une seconde extrémité formant une sortie de fluide de refroidissement.
- [0013] Les premières extrémités des canaux peuvent être reliées ensemble de manière à former une entrée commune. Les secondes extrémités des canaux peuvent être reliées ensemble de manière à former une sortie commune.
- [0014] L'entrée de chaque canal peut être située en partie supérieure de l'élément de refroidissement. La sortie de chaque canal peut être située en partie inférieure de l'élément de refroidissement.
- [0015] L'élément de refroidissement peut comporter au moins deux canaux opposés s'étendant chacun depuis une partie supérieure jusqu'à une partie inférieure de l'élément de refroidissement.
- [0016] Les entrées desdits deux canaux opposés peuvent former une entrée commune. Les sorties desdits deux canaux peuvent être axialement opposés et déboucher à deux extrémités axiales opposés de l'élément de refroidissement.
- [0017] Les branches peuvent être inclinées l'une par rapport à l'autre d'un angle compris entre 45° et 135°.
- [0018] Les branches sont par exemple inclinées l'une par rapport à l'autre d'un angle de l'ordre de 90°.
- [0019] Les branches peuvent être disposées de façon symétrique par rapport à la direction d'écoulement du canal dans la zone correspondante.
- [0020] Au moins un canal peut comporter plusieurs turbulateurs régulièrement répartis le long du canal.
- [0021] Le nombre de turbulateurs est par exemple compris entre 2 et 20 par canal.
- [0022] Le canal peut comporter au moins une zone de plus forte section, de manière à former une zone localisée de plus grand échange thermique.
- [0023] Chaque branche peut présenter une section de forme rectangulaire ou carrée.
- [0024] Chaque branche peut présenter une section de forme triangulaire.
- [0025] Chaque branche peut être rectiligne. La section de chaque branche peut être définie dans un plan perpendiculaire à la direction d'extension de la branche rectiligne.

- [0026] Le canal peut comporter une section rectangulaire et comprend une surface radialement interne et une surface radialement externe, le turbulateur s'étendant depuis la surface interne et/ou depuis la surface externe, sur une partie seulement de la dimension radiale ou hauteur du canal.
- [0027] La surface radialement interne d'au moins un canal ou de chaque canal peut être formée par la surface radialement externe de la partie correspondante du stator. En d'autres termes, les canaux peuvent être débouchant radialement vers l'intérieur et être refermés par la partie correspondante du stator.
- [0028] Le turbulateur peut s'étendent sur 30 à 80% de la hauteur dudit canal, par exemple sur 60 à 70 % de la hauteur dudit canal.
- [0029] Le turbulateur peut s'étendre depuis la surface radialement externe uniquement du canal.
- [0030] Les parois radialement interne et externe du canal peuvent être reliées par des flancs radiaux latéraux.
- [0031] Les secondes extrémités des branches peuvent être écartés desdits flancs.
- [0032] Les secondes extrémités des branches peuvent être écartées des flancs correspondants d'une distance inférieure à 10 % de la largeur du canal, c'est-à-dire de la dimension axiale du canal.
- [0033] En variante, les secondes extrémités des branches peuvent être reliées audits flancs.
- [0034] Au moins un canal comporte au moins deux turbulateurs, lesdits turbulateurs étant écartés l'un de l'autre le long du canal d'une distance supérieure à deux fois la largeur du canal, c'est-à-dire deux fois la dimension axiale du canal. Ladite distance est par exemple comprise entre 2 et 3 fois la largeur du canal.
- [0035] Les turbulateurs d'un même canal peuvent être écartés circonférentiellement l'un de l'autre, le canal s'étendant circonférentiellement.
- [0036] L'élément de refroidissement peut être réalisé en matériau élastomère.
- [0037] Ledit matériau élastomère est par exemple apte à résister aux huiles et/ou à des températures élevées, par exemple de l'ordre de 150°C, sur des périodes de temps longues ou en continu.
- [0038] Ledit élément de refroidissement est par exemple réalisé en caoutchouc.
- [0039] Une telle caractéristique permet d'assurer l'étanchéité entre ledit élément de refroidissement et le stator en assemblant les deux avec un jeu négatif, ceci étant possible grâce à une déformation élastique de plus de 100% que confère le matériau élastomère.
- [0040] La réalisation de l'élément de refroidissement en caoutchouc permet d'assurer une meilleure atténuation des vibrations en fonctionnement du fait de son hyper-élasticité.
- [0041] Ledit élément de refroidissement est par exemple réalisé dans un élastomère choisi parmi la liste suivante : polyacryliques ACM, copolymères d'éthylène acrylate AEM, polymères fluorocarbonés FKM, fluorosilicones FVMQ, nitrile hydrogéné HNBR, ou

est constitué d'un mélange de plusieurs élastomères parmi cette liste.

- [0042] Ledit élastomère peut comporter des charges, telles par exemple que des charges carbonées (par exemple du graphite, des nanotubes de carbone, du noir de carbone ou du graphène), des charges métalliques (par exemple Ag, Cu, Al, TiO₂, AlN) et/ou des charges céramiques (BN, Si).
- [0043] De telles charges permettent de faciliter l'échange thermique et l'évacuation des calories, radialement vers l'extérieur.
- [0044] Le taux de charge massique est par exemple compris entre 30 et 50%.
- [0045] Au moins une masselotte peut être disposée sur ou dans l'élément de refroidissement.
- [0046] La présence d'au moins une masselotte permet d'améliorer l'atténuation des vibrations en sortant des modes propres de vibration. Les masselottes peuvent ainsi être dimensionnées et placées en conséquence.
- [0047] L'élément de refroidissement peut comporter une pluralité de masselottes. Les masselottes peuvent être régulièrement réparties sur la circonférence de l'élément de refroidissement.
- [0048] La masselotte peut être réalisée en matériau métallique.
- [0049] La masselotte peut être noyée dans le matériau de l'élément de refroidissement. Une telle masselotte peut alors être surmoulée dans ledit élément de refroidissement.
- [0050] La masselotte peut présenter une forme arrondie, par exemple sphérique ou cylindrique, ou une forme de prisme, par exemple parallélépipédique ou cubique.
- [0051] Le stator peut comporter un corps annulaire d'axe X et un bobinage s'étendant axialement au-delà du corps au niveau d'une zone d'extrémité axiale du bobinage, le canal comportant une sortie débouchant à une extrémité axiale de l'élément, en regard d'une extrémité axiale correspondante du corps et en regard de la zone d'extrémité axiale correspondante du bobinage.
- [0052] La sortie du canal peut être située en partie basse de l'élément de refroidissement.
- [0053] L'élément de refroidissement peut également comporter un canal auxiliaire débouchant axialement en partie haute de l'élément de refroidissement, en regard d'une extrémité axiale correspondante du corps et en regard de la zone d'extrémité axiale correspondante du bobinage.
- [0054] Le bobinage peut s'étendre axialement de part et d'autre du corps. Dans un tel cas, l'élément peut comporter deux canaux auxiliaires débouchant respectivement axialement en regard de chacune des zones d'extrémités du bobinage.
- [0055] La machine électrique peut comporter un réservoir d'alimentation apte à alimenter chaque canal en fluide de refroidissement et un réservoir de collecte apte à recueillir le fluide de refroidissement issu de chaque canal. Un échangeur thermique peut être combiné au réservoir de collecte afin de garder constante la température du liquide de refroidissement.

- [0056] Le réservoir d'alimentation peut être situé en regard de la partie supérieure du stator. Le réservoir de collecte peut être situé en regard de la partie inférieure du stator.
- [0057] La machine électrique peut comporter une pompe permettant d'acheminer du fluide de refroidissement du réservoir de collecte vers le réservoir d'alimentation.

Brève description des figures

- [0058] D'autres caractéristiques et avantages de la présente divulgation apparaîtront dans la description détaillée suivante, se référant aux dessins annexés dans lesquels :
- [0059] [Fig.1] est une vue éclatée, en perspective, d'une machine électrique selon une forme de réalisation de l'invention,
- [0060] [Fig.2] est une vue en perspective d'une partie de la machine électrique, l'élément de refroidissement étant représenté « en négatif », de manière à représenter uniquement les canaux de l'élément de refroidissement,
- [0061] [Fig.3] est une vue en perspective d'une partie de la machine électrique,
- [0062] [Fig.4] est une vue en perspective, « en négatif », des zones d'alimentation et des canaux,
- [0063] [Fig.5] est une vue en perspective d'un élément de refroidissement selon une autre forme de réalisation,
- [0064] [Fig.6] est une vue en perspective de l'élément de refroidissement développé dans un plan,
- [0065] [Fig.7] est une vue de détail d'une partie de l'élément de refroidissement de la [Fig.6],
- [0066] [Fig.8] est une vue correspondant à la [Fig.7], d'une variante de réalisation,
- [0067] [Fig.9] est une vue correspondant à la [Fig.7], d'une autre variante de réalisation,
- [0068] [Fig.10] est une vue de détail d'un turbulateur.

Description détaillée de la divulgation

- [0069] Les figures 1 à 4 illustrent une machine électrique 1 selon une première forme de réalisation de l'invention.
- [0070] Celle-ci comporte un stator 2 comportant une partie radialement externe 3, un corps annulaire 4 d'axe X et un bobinage 5 s'étendant notamment axialement au-delà du corps 4, de part et d'autre du corps 4, au niveau de zones d'extrémité axiales 6 du bobinage 5.
- [0071] Le corps 4 comporte une partie annulaire 7 et comprend par exemple trois lobes de fixation 8 ([Fig.1]), s'étendant radialement vers l'extérieur depuis la partie annulaire 7. Chaque lobe 8 s'étend axialement et comporte un trou 9 de passage d'une vis de fixation 10 ([Fig.2]) apte à assurer la fixation du corps 4 sur la partie externe 3 du stator 2. Bien entendu, la partie annulaire peut être dépourvue de lobes 9.
- [0072] Le bobinage 5 est situé radialement à l'intérieur du corps 4.

- [0073] La machine électrique 1 comporte un élément de refroidissement 11 annulaire, s'étendant autour du corps 4.
- [0074] L'élément de refroidissement 11 se présente sous la forme d'une couche de matériau élastomère épousant la forme générale de la surface radialement externe du corps 4. L'élément de refroidissement 11 comporte ainsi des zones complémentaires 12 aux lobes 8 du corps 4.
- [0075] L'élément de refroidissement 11 comporte un premier circuit de refroidissement 13 et un second circuit de refroidissement 14.
- [0076] Le premier circuit de refroidissement 13 comporte deux parties globalement symétriques par rapport à un plan vertical. Chaque partie comportant plusieurs canaux parallèles 15, par exemple trois canaux 15, s'étendant circonférentiellement entre une entrée de fluide de refroidissement 16 et une sortie 17 de fluide.
- [0077] L'entrée de fluide 16 est située en partie supérieure de l'élément de refroidissement 11 et est commune aux trois canaux 15 de la première partie et aux trois canaux 15 de la seconde partie du premier circuit de refroidissement 13. En particulier, l'entrée de fluide 16 est reliée aux extrémités supérieures des canaux de chaque partie par une zone de liaison supérieure 18. Chaque partie du premier circuit de refroidissement comporte en outre une sortie de fluide 17 commune aux canaux 15 correspondants, et débouchant au niveau d'une extrémité axiale 11a, 11b de l'élément de refroidissement 11.
- [0078] La sortie 17 de fluide de la première partie du premier circuit 13 débouche au niveau d'une première extrémité axiale 11a de l'élément de refroidissement 11 et la sortie 17 de fluide de la seconde partie du premier circuit 13 débouche au niveau d'une seconde extrémité axiale 11b dudit élément 11, opposée à la première extrémité 11a.
- [0079] Le second circuit de refroidissement 14 (figures 2 et 4), optionnel, comporte une première partie 14a et une seconde partie 14b, situées chacune en partie supérieure de l'élément de refroidissement 11.
- [0080] Chaque partie 14a, 14b du second circuit 14 comporte une entrée commune 19 de fluide située en partie supérieure et plusieurs canaux 20 s'étendant depuis ladite entrée et débouchant au niveau d'une extrémité axiale 11a, 11b de l'élément de refroidissement 11. Chaque canal 20 du second circuit 14 comporte une sortie 20a distincte des autres canaux 20 ou débouche au niveau d'une sortie commune.
- [0081] Les sorties des canaux 20 de la première partie 14a du second circuit 14 débouchent au niveau de la première extrémité axiale 11a de l'élément de refroidissement 11 et les sorties des canaux 20 de la seconde partie 14b débouchent au niveau de la seconde extrémité axiale 11b de l'élément de refroidissement 11.
- [0082] L'entrée 16 du premier circuit 13 et les deux entrées 19 du second circuit 14 sont alimentées en fluide de refroidissement par un réservoir d'alimentation 21 ([Fig.3])

situé en partie supérieure de la machine électrique 1.

- [0083] Un réservoir de collecte 22 situé en partie inférieure est apte à recueillir le fluide de refroidissement issu des différents circuits 13, 14. Un échangeur thermique est combiné au réservoir de collecte afin de garder constante la température du liquide de refroidissement.
- [0084] Une pompe 23 et des conduites 24 permettent d'acheminer le fluide de refroidissement du réservoir de collecte 22 vers le réservoir d'alimentation 21.
- [0085] Le fluide de refroidissement est par exemple de l'huile.
- [0086] Chaque canal 15 du premier circuit 13 comporte plusieurs turbulateurs 25, régulièrement répartis le long du canal 15 correspondant. Les turbulateurs 25 ne sont représentés que sur les figures 6 à 10.
- [0087] Chaque canal 15, 20 de chaque circuit 13, 14 comporte une section rectangulaire et comprend une surface radialement interne 26 et une surface radialement externe 27 en forme de portion de cylindre, reliées par des flancs radiaux 28.
- [0088] La surface radialement interne peut être formée par la surface radialement externe du corps 4 du stator 2. En d'autres termes, les canaux 15, 20 peuvent être débouchant radialement vers l'intérieur et être refermés par le corps 4.
- [0089] Chaque turbulateur 25 comporte une forme générale de V comportant deux branches 29 ([Fig.7]) inclinées l'une par rapport à l'autre et inclinées par rapport à la direction circonférentielle, c'est-à-dire par rapport à la direction d'écoulement du fluide le long du canal 15.
- [0090] Les branches 29 sont reliées l'une à l'autre au niveau d'un sommet 30 tourné vers l'amont par rapport au sens d'écoulement S du fluide.
- [0091] Chaque branche 29 est rectiligne et comporte en particulier une première extrémité destinée à former le sommet 30 du turbulateur 25 et une seconde extrémité 31 opposée. Les premières extrémités des branches 29 forment ainsi une extrémité amont 30 du turbulateur 25, les secondes extrémités 31 des branches 29 formant une extrémité aval du turbulateur 25. Les branches 29 sont disposées de façon symétrique par rapport à la direction d'écoulement S du fluide.
- [0092] Les branches 29 sont inclinées l'une par rapport à l'autre d'un angle compris entre 45° et 135° , par exemple de l'ordre de 90° .
- [0093] Le nombre de turbulateurs 25 est par exemple compris entre 2 et 20 par canal.
- [0094] Chaque branche 29 peut présenter une section de forme semi-cylindrique, rectangulaire ou carrée, comme illustré aux figures 5 à 9. Selon une variante illustrée à la [Fig.10], chaque branche 29 peut présenter une section de forme triangulaire quelconque (équilatérale, isocèle, rectangle...).
- [0095] Chaque turbulateur 25 s'étend depuis la surface interne ou depuis la surface externe 27 du canal 26 correspondant, sur une partie seulement de la dimension radiale ou

hauteur h du canal 15.

[0096] Le turbulateur 25 peut s'étendre sur 30 à 80% de la hauteur dudit canal 15, par exemple sur 60 à 70 % de la hauteur dudit canal.

[0097] Les secondes extrémités 31 des branches 29 sont écartées des flancs latéraux 28 du canal 15, d'une distance inférieure à 10 % de la largeur l du canal 15, c'est-à-dire de la dimension axiale du canal 15.

[0098] En variante, les secondes extrémités 31 des branches 29 peuvent être reliées aux flancs 28.

[0099] Les turbulateurs 25 sont écartés l'un de l'autre le long du canal 15 d'une distance supérieure à deux fois la largeur l du canal 15. Ladite distance est par exemple comprise entre 2 et 3 fois la largeur l du canal 15.

[0100] L'élément de refroidissement 11 peut être réalisé en un matériau élastomère apte à résister aux huiles et/ou à des températures élevées, par exemple de l'ordre de 150°C, sur des périodes de temps longues ou en continu.

[0101] Ledit élément de refroidissement 11 est par exemple réalisé dans un élastomère choisi parmi la liste suivante : polyacryliques ACM, copolymères d'éthylène acrylate AEM, polymères fluorocarbonés FKM, fluorosilicones FVMQ, nitrile hydrogéné HNBR, ou est constitué d'un mélange de plusieurs élastomères parmi cette liste.

[0102] Par ailleurs, ledit élastomère peut comporter des charges, telles par exemple que des charges carbonées (par exemple du graphite, des nanotubes de carbone, du noir de carbone ou du graphène), des charges métalliques (par exemple Ag, Cu, Al, TiO₂, AlN) et/ou des charges céramiques (BN, Si).

[0103] Le taux de charge massique est par exemple compris entre 30 et 50%.

[0104] Comme cela est illustré à la [Fig.8], l'un au moins des canaux 15 du premier circuit 13 peut comporter au moins une zone 32 de plus forte section, en particulier de plus grande largeur, de manière à former une zone localisée de plus grand échange thermique. Ladite zone 32 est par exemple de forme circulaire.

[0105] Comme cela est illustré à la [Fig.9], l'élément de refroidissement 11 peut comporter des masselottes 33 placées et dimensionnées de façon à améliorer l'atténuation des vibrations en sortant des modes propres de vibration.

[0106] Les masselottes 33 peuvent être régulièrement réparties axialement et sur la circonférence de l'élément de refroidissement 11, en dehors des zones dédiées aux canaux 15. Les masselottes 33 peuvent être réalisées en matériau métallique et noyées dans le matériau élastomère de l'élément de refroidissement 11.

[0107] Chaque masselotte 33 peut présenter une forme arrondie, par exemple sphérique ou cylindrique, ou une forme de prisme, par exemple parallélépipédique ou cubique.

[0108] Lors du fonctionnement de la machine électrique 1, du fluide de refroidissement est amené par la pompe 23 dans le réservoir d'alimentation 21 et circule au travers des

canaux 15, 20 des premier et second circuits de refroidissement 13, 14 avant de déboucher au niveau des parties supérieures et inférieures des extrémités axiales 11a, 11b de l'élément de refroidissement 11, au travers des sorties 17, 20a en regard des zones d'extrémités 6 des bobinages 5 de façon à les refroidir.

- [0109] Lors de l'écoulement du fluide de refroidissement dans les canaux 15 du premier circuit 13, les turbulateurs 25 permettent de créer des perturbations évitant un éventuel régime d'écoulement laminaire au sein des canaux 15, de façon à casser les couches limites et permettre un meilleur échange de chaleur en vue d'assurer un meilleur refroidissement du stator 2.
- [0110] Bien entendu la divulgation n'est nullement limitée au(x) mode(s) de réalisation décrit(s) à titre illustratif, non limitatif.

Revendications

- [Revendication 1] Machine électrique (1) comportant un stator (2) et un rotor apte à pivoter autour d'un axe X, un élément de refroidissement (11) s'étendant autour d'au moins une partie du stator (2), ledit élément de refroidissement (11) comportant au moins un canal (15) de circulation apte à permettre la circulation d'un fluide de refroidissement, au moins une zone dudit canal (15) comportant au moins un turbulateur (25) apte à créer une turbulence dans l'écoulement de fluide, caractérisé en ce que le turbulateur (25) comporte une forme générale de V comportant deux branches (29) inclinées l'une par rapport à l'autre et inclinées par rapport à la direction d'écoulement du fluide dans la zone correspondante, lesdites branches (29) étant reliées l'une à l'autre au niveau d'un sommet (30) tourné vers l'amont par rapport au sens d'écoulement (S) du fluide, l'élément de refroidissement étant en matériau élastomère déformable et est monté avec un jeu négatif autour du stator de manière à assurer l'étanchéité entre ledit élément de refroidissement et le stator.
- [Revendication 2] Machine électrique (1) selon la revendication précédente dans laquelle les branches (29) sont inclinées l'une par rapport à l'autre d'un angle compris entre 45° et 135°.
- [Revendication 3] Machine électrique (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle au moins un canal (15) comporte plusieurs turbulateurs (25) régulièrement répartis le long du canal (15).
- [Revendication 4] Machine électrique (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle chaque branche (29) présente une section de forme rectangulaire, carrée ou demi-cylindrique.
- [Revendication 5] Machine électrique (1) selon l'une des revendications 1 à 3, dans laquelle chaque branche (29) présente une section de forme triangulaire.
- [Revendication 6] Machine électrique (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le canal (15) comporte une section rectangulaire et comprend une surface radialement interne (26) et une surface radialement externe (27), le turbulateur (25) s'étendant depuis la surface interne et/ou depuis la surface externe, sur une partie seulement de la dimension radiale ou hauteur (h) du canal (15).
- [Revendication 7] Machine électrique (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle l'élément de refroidissement (11) est réalisé en matériau élastomère.
- [Revendication 8] Machine électrique (1) selon la revendication précédente, dans laquelle

au moins une masselotte (33) est disposée sur ou dans l'élément de refroidissement (11).

[Revendication 9]

Machine électrique (1) selon l'une des revendications précédentes, dans laquelle le stator (2) comporte un corps (4) annulaire d'axe X et un bobinage (5) s'étendant axialement au-delà du corps au niveau d'une zone d'extrémité axiale (6) du bobinage (5), le canal (15) comportant une sortie (17) débouchant à une extrémité axiale (11a, 11b) de l'élément (11), en regard d'une extrémité axiale correspondante du corps (4) et en regard de la zone d'extrémité axiale (6) correspondante du bobinage (5).

[Fig. 1]

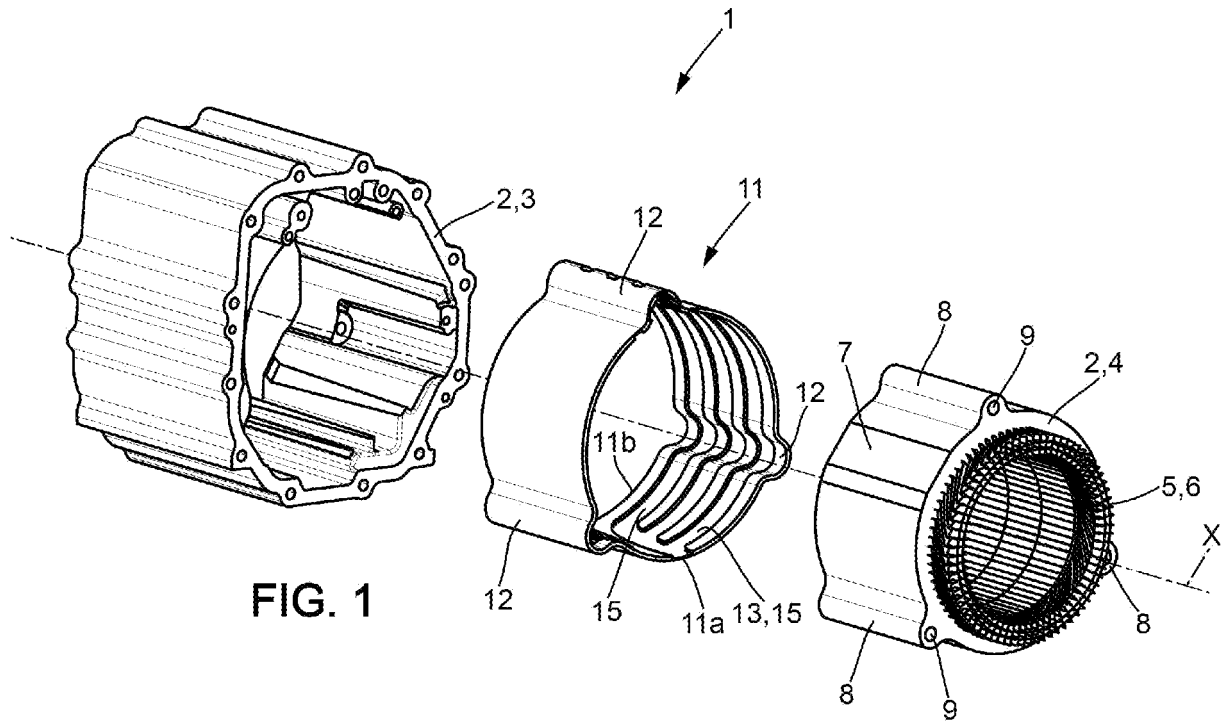


FIG. 1

[Fig. 2]

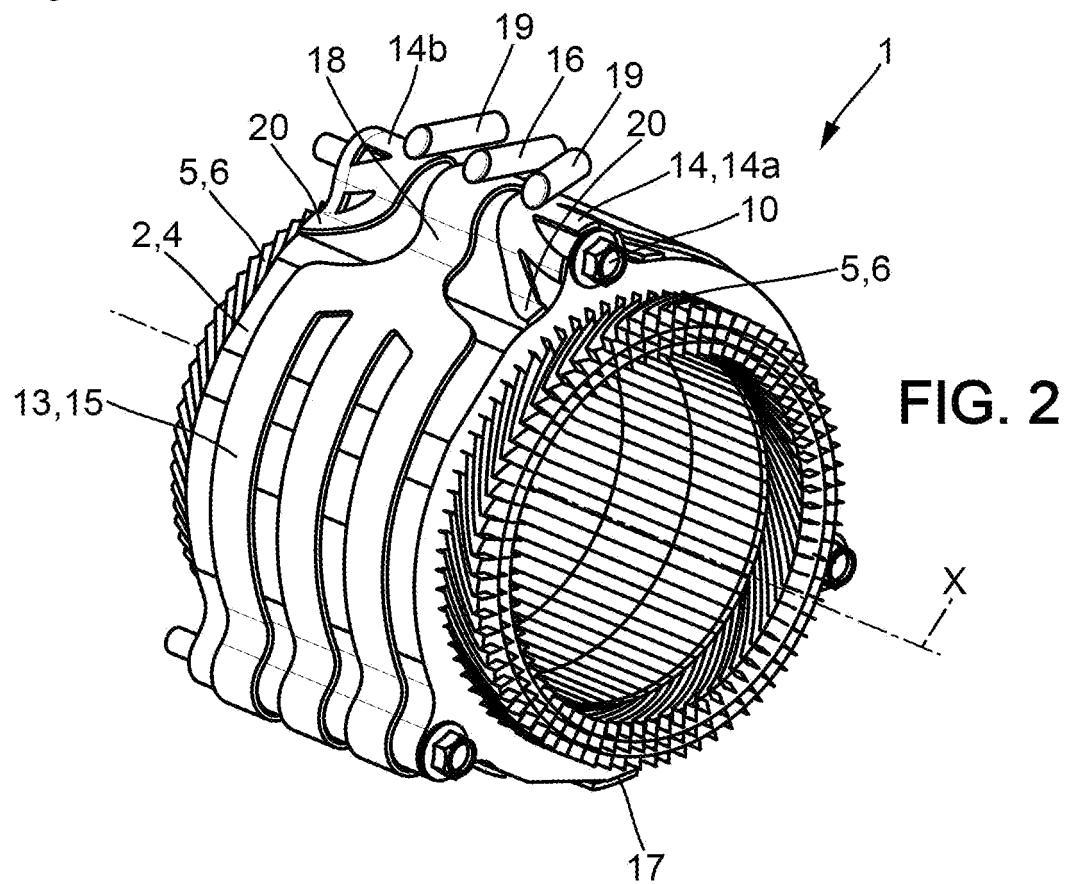
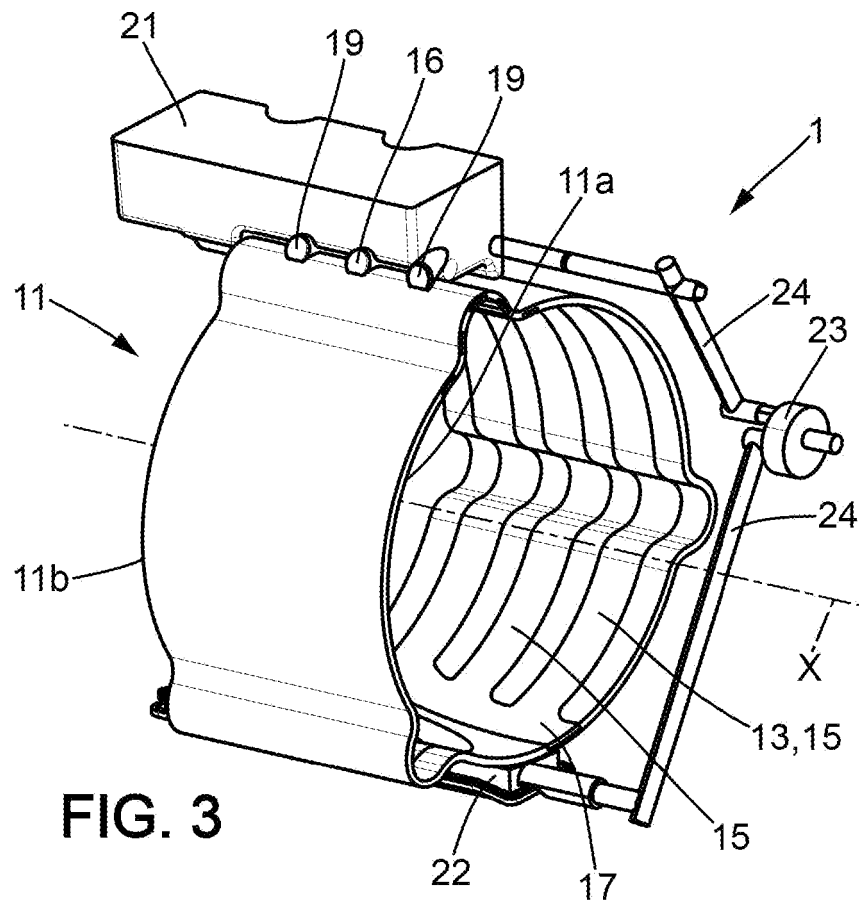
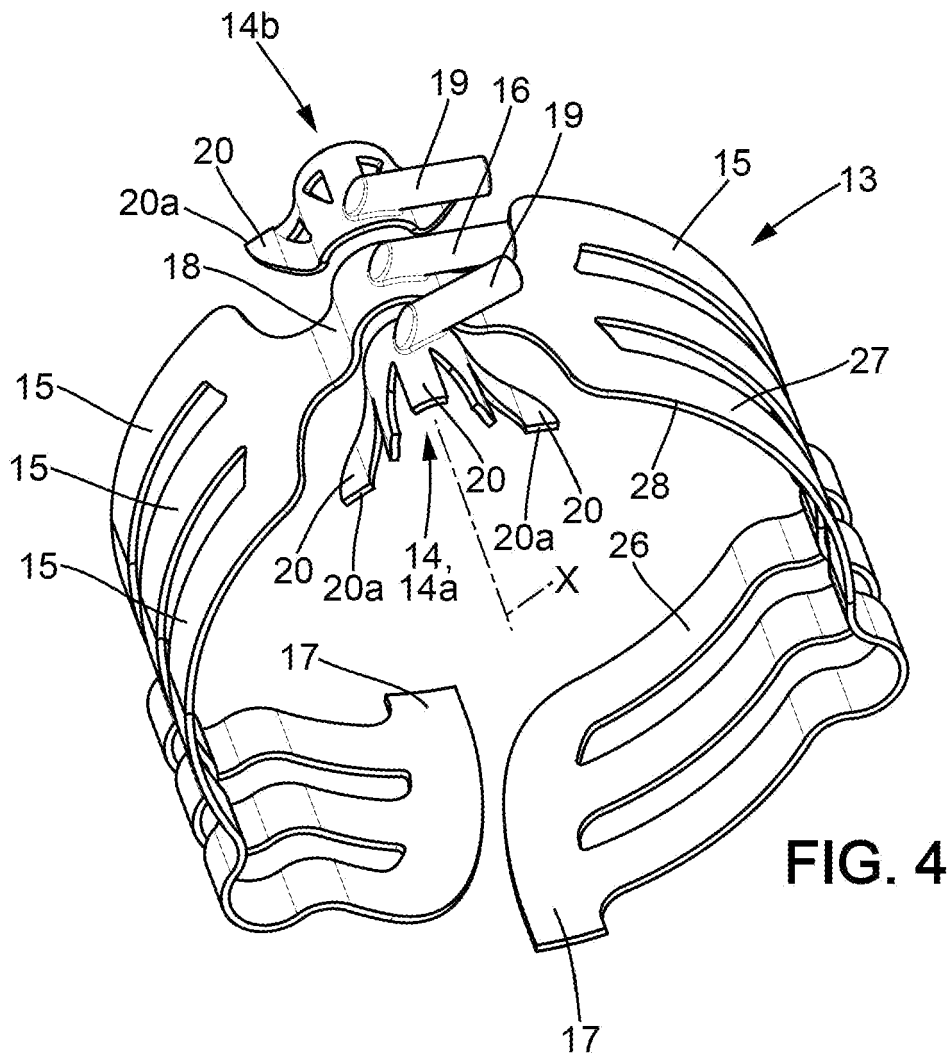


FIG. 2

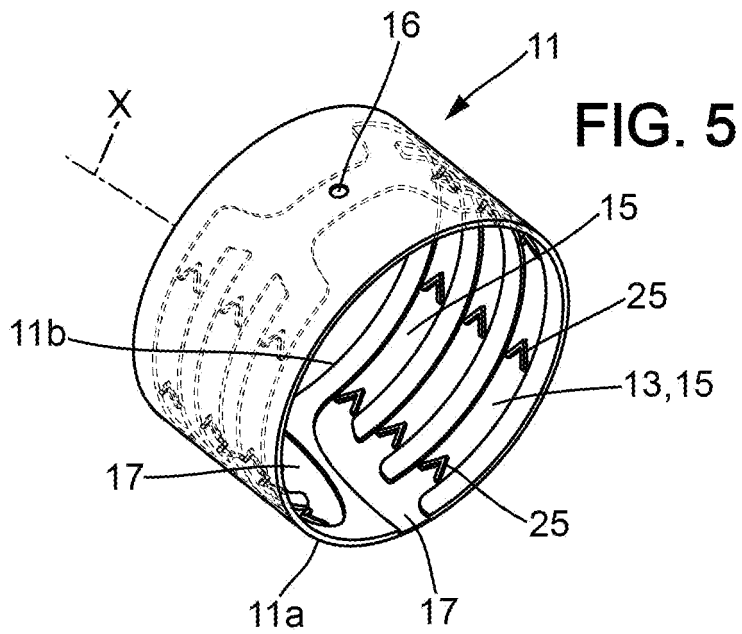
[Fig. 3]



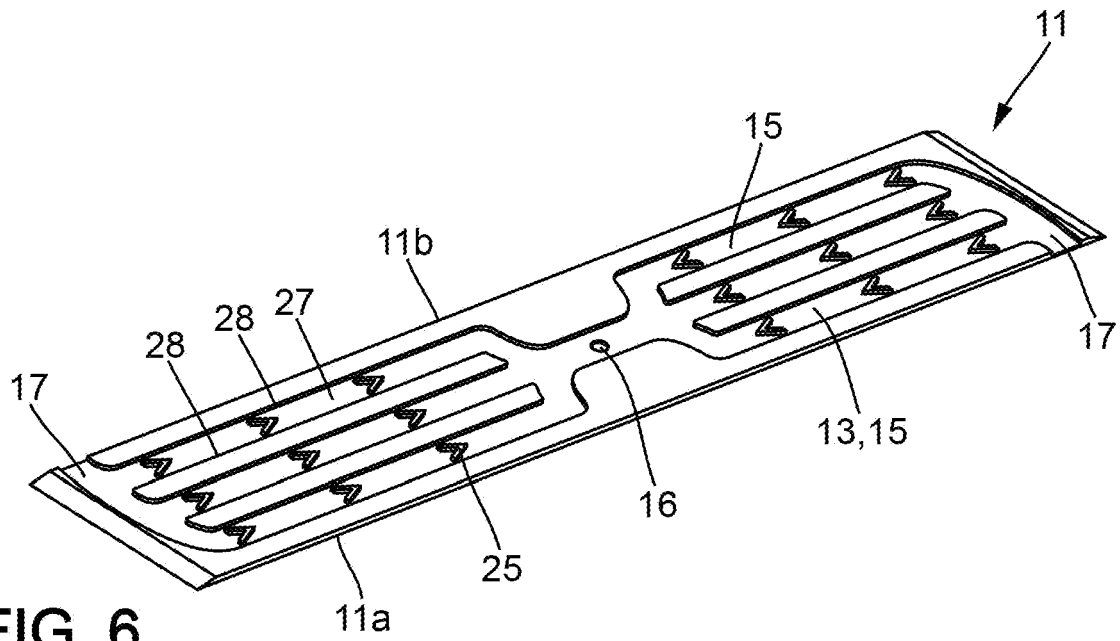
[Fig. 4]



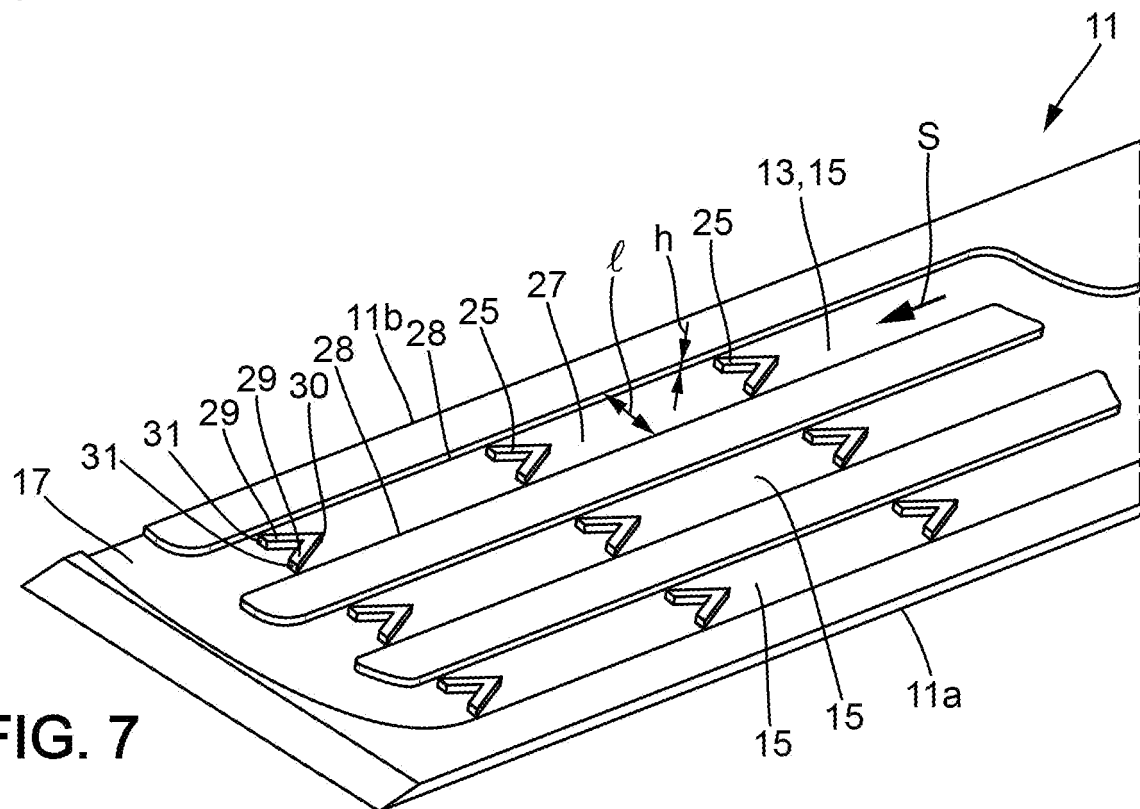
[Fig. 5]



[Fig. 6]

**FIG. 6**

[Fig. 7]

**FIG. 7**

[Fig. 8]

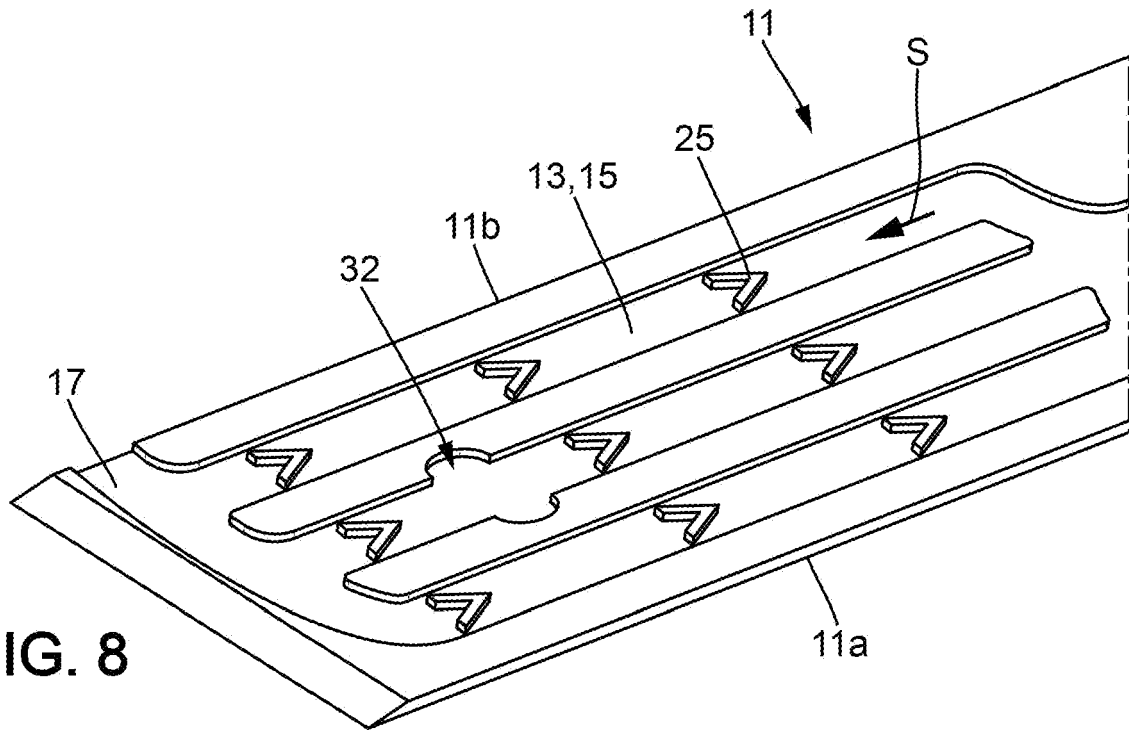


FIG. 8

[Fig. 9]

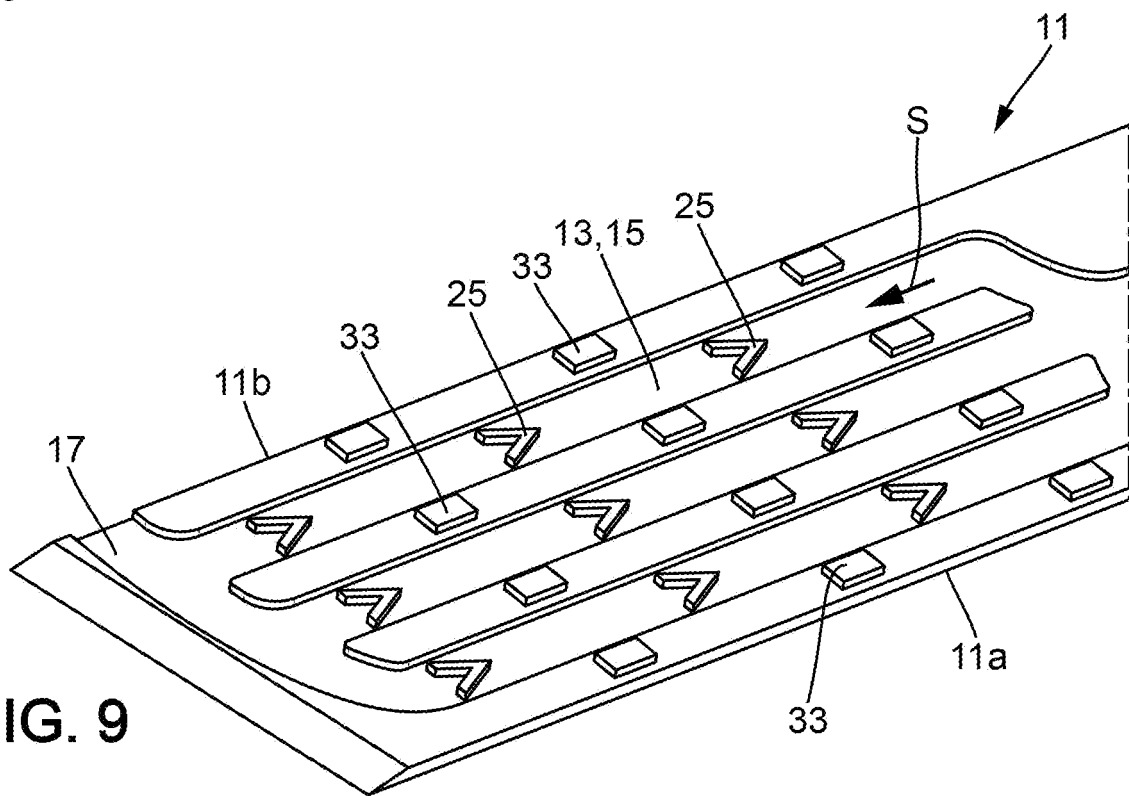
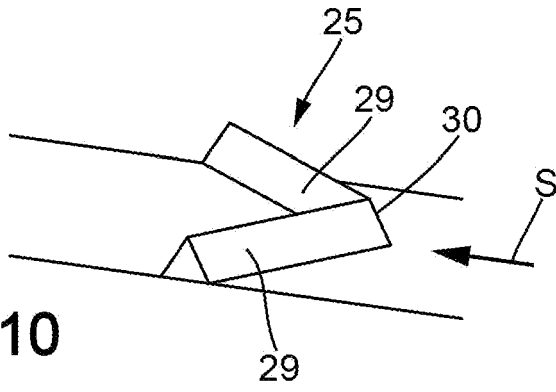


FIG. 9

[Fig. 10]

**FIG. 10**

RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION

DE 10 2012 211501 A1 (BOSCH GMBH ROBERT
[DE]) 9 janvier 2014 (2014-01-09)

EP 3 401 955 A1 (ODU GMBH & CO KG [DE])
14 novembre 2018 (2018-11-14)

2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN TECHNOLOGIQUE GENERAL

DE 10 2016 216019 A1 (CONTINENTAL
AUTOMOTIVE GMBH [DE])
1 mars 2018 (2018-03-01)

DE 10 2016 217361 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE])
15 mars 2018 (2018-03-15)

DE 10 2015 221777 A1 (VOLKSWAGEN AG [DE])
11 mai 2017 (2017-05-11)

DE 199 28 023 A1 (VALEO EQUIP ELECTR
MOTEUR [FR]) 30 décembre 1999 (1999-12-30)

3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND DE LA VALIDITE DES PRIORITES

NEANT