

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

(19) Organisation Mondiale de la  
Propriété Intellectuelle  
Bureau international

(43) Date de la publication internationale  
29 août 2024 (29.08.2024)



(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2024/175603 A1**

(51) Classification internationale des brevets :

*H02K 3/30* (2006.01) *H02K 3/487* (2006.01)  
*H02K 15/12* (2006.01) *H02K 3/52* (2006.01)  
*H02K 15/095* (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/EP2024/054306

(22) Date de dépôt international :

20 février 2024 (20.02.2024)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

FR2301650 23 février 2023 (23.02.2023) FR

(71) Déposant : AMPERE S.A.S. [FR/FR] ; 122-122 bis avenue  
du Général Leclerc, 92100 Boulogne Billancourt (FR).

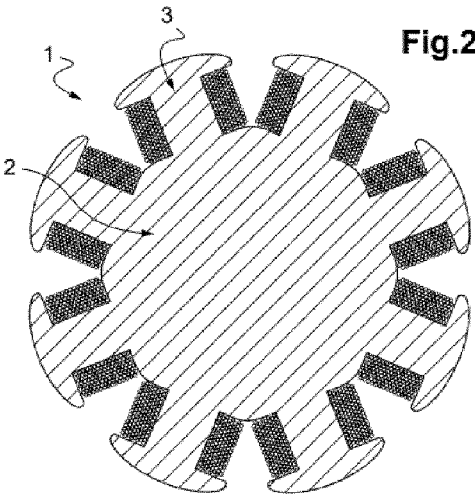
(72) Inventeurs : KOLEHMAINEN, Jere ; 1 Avenue du Golf,  
FRTCRRUC25B, 78280 Guyancourt (FR). LAVAULT,  
Jean-Baptiste ; FR CLE OOG 1 12, BP105, 76410 Cléon  
(FR).

(74) Mandataire : RENAULT GROUP ; 1 avenue du golf FR  
TCR AVA 0 55, 78084 GUYANCOURT CEDEX (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de  
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,  
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA,  
CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,  
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN,  
HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG,  
KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,  
MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA,

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING A ROTOR FOR AN ELECTRIC MACHINE

(54) Titre : PROCÉDÉ DE FABRICATION D'UN ROTOR DE MACHINE ÉLECTRIQUE



(57) Abstract: The invention relates to a method for manufacturing a rotor (1) comprising a yoke (2) which extends in a circumferential direction and a plurality of teeth (3) which extend radially from the yoke (2), each tooth (3) having a substantially cylindrical surface (4), a slot (5) being defined between each adjacent tooth (3), the manufacturing method comprising the following steps: (a) providing an insulating layer (6) around each tooth; (b) depositing a layer (7) of an expandable compound over at least one portion of the insulating layer (6); (c) positioning a wire around each tooth to form a coil (8); (d) bringing about the expansion of the expandable compound between the wires of the coil (8).

(57) Abrégé : Procédé de fabrication d'un rotor (1) comprenant une culasse (2) qui s'étend dans une direction circonférentielle et une pluralité de dents (3) qui s'étendent radialement de la culasse (2), chaque dent (3) présentant une surface (4) sensiblement cylindrique, entre chaque dent (3) adjacente une fente (5) étant définie, le procédé de fabrication comprend les étapes suivantes : (a) mettre en

NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

**(84) États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, 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))
- en noir et blanc ; la demande internationale telle que déposée était en couleur ou en échelle de gris et est disponible sur PATENTSCOPE pour téléchargement.

---

œuvre une couche d'isolant (6) autour de chaque dent; (b) déposer une couche (7) d'un composé expansible sur au moins une partie de la couche d'isolant (6); (c) installer un fil autour de chaque dent pour former un bobinage (8); (d) provoquer l'expansion du composé expansible entre les fils du bobinage (8)

## Description

### Titre de l'invention : Procédé de fabrication d'un rotor de machine électrique

- [0001] L'invention concerne à un procédé de fabrication d'un rotor de machine électrique comprenant une culasse et une pluralité de dents.
- [0002] De façon connue en soi, les machines électriques tournantes comportent un stator, solidaire d'un carter, et un rotor, solidaire d'un arbre. Le rotor pourra être solidaire d'un arbre menant et/ou mené et pourra ainsi appartenir à une machine électrique tournante sous la forme d'un alternateur ou d'un moteur électrique. Le carter est configuré pour guider en rotation l'arbre du rotor par l'intermédiaire de roulements à billes.
- [0003] Usuellement, le rotor et le stator comportent des bobinages typiquement constitués par des fils enroulés autour de dents. Parfois, pour le stator, les bobinages peuvent également être insérés dans des encoches du stator.
- [0004] Les rotors comportent notamment, une culasse centrale et des dents radiales s'étendant de manière régulièrement espacées les unes des autres à l'opposé de la culasse centrale. Aussi, elles présentent une extrémité libre en T, et un fil de cuivre est enroulé autour de chaque dent en formant des bobinages adaptés à constituer des pôles.
- [0005] Aussi, les enroulements sont imprégnés d'un vernis pour figer les fils et leur donner une plus grande stabilité, et aussi leur conférer une bonne isolation électrique.
- [0006] Cependant, l'enroulement des fils peut laisser des ouvertures ou des interstices entre eux ou entre le bobinage et la dent, lesquels sont difficiles à combler avec du vernis en utilisant les méthodes d'imprégnation connues. Ces ouvertures ou ces interstices peuvent entraîner des défaillances électriques du rotor lorsqu'elles ne sont pas comblées par du vernis, et les fils peuvent également être amenés à se déplacer.
- [0007] Une solution pour éviter ces ouvertures ou ces interstices consiste à glisser axialement des cales étanches entre des pôles du rotor bobiné. Cependant, si les spires des fils ne sont pas correctement ajustées les unes contre les autres lors du bobinage, alors la cale ne pourra provoquer la fermeture des ouvertures et le comblement des interstices. En outre, la mauvaise disposition des fils peut entraîner également des problèmes dans le processus d'installation des cales avec par exemple un pliage de l'isolant, ou une cale trop serrée ou trop lâche.
- [0008] Il existe donc un besoin pour un procédé de fabrication d'un rotor permettant de combler les ouvertures et les interstices au maximum et améliorer ainsi le fonctionnement du rotor.
- [0009] Dans ce but, il est proposé un procédé de fabrication d'un rotor comprenant une

culasse qui s'étend dans une direction circonférentielle et une pluralité de dents qui s'étendent radialement de la culasse, chaque dent présentant une surface sensiblement cylindrique, entre chaque dent adjacente une fente étant définie. Le procédé de fabrication comprend, les étapes suivantes :

- (a) mettre en œuvre une couche d'isolant autour de chaque dent ;
- (b) déposer une couche d'un composé expansible sur au moins une partie de la couche d'isolant ;
- (c) installer un fil autour de chaque dent pour former un bobinage ;
- (d) provoquer l'expansion du composé expansible entre les fils du bobinage.

[0010] Ainsi, une caractéristique de l'invention réside dans la mise en œuvre d'une couche d'un composé expansible qui lors de son expansion, comble un maximum d'ouvertures et d'interstices laissés libres lors de l'enroulement du fil autour de la dent. Le composé expansé permet ainsi de combler les ouvertures et les interstices pour éviter les défaillances électriques, mais également de maintenir en place les fils enroulés.

[0011] Selon un mode de réalisation de l'invention, le composé expansible comprend un adhésif. L'adhésif étant sous forme solide à température ambiante, la manipulation du composé expansible pour pouvoir l'installer sur la couche d'isolant est plus aisée.

[0012] Avantageusement et de manière non limitative, l'étape (d) comprend les sous-étapes suivantes :

- chauffer le rotor pour que la couche de composé expansible s'expande ;
- imprégner le rotor d'un vernis assurant l'isolation et la cohésion mécanique des fil ; et,
- chauffer le rotor jusqu'à durcissement du vernis et du composé expansible.

[0013] L'utilisation d'un vernis permet d'assurer en partie l'isolation électrique du composé mais également d'assurer la cohésion mécanique des fils enroulés autour de la dent. Lors de l'imprégnation le vernis se répartit entre les fils du bobinage de sorte qu'il va également combler les ouvertures et les interstices que le composé expansible n'aura pas atteints.

[0014] Selon un autre mode de réalisation de l'invention, le composé expansible comprend une éponge expansible.

[0015] Avantageusement et de manière non limitative, l'étape (d) comprend les sous-étapes suivants :

- chauffer le rotor ;
- imprégner le rotor d'un vernis assurant l'isolation et la cohésion mécanique des fils pour provoquer l'expansion de l'éponge expansible ;
- chauffer le rotor pour provoquer le durcissement du vernis et de l'éponge expansible.

[0016] L'utilisation d'un vernis permet d'assurer en partie l'isolation électrique du composé mais également d'assurer la cohésion mécanique des fils enroulés autour

de la dent. Lors de l'imprégnation, le vernis se répartit entre les fils du bobinage de sorte qu'il va également combler les ouvertures et les interstices que le composé expansible n'aura pas atteints. De plus, l'éponge expansible va absorber une partie du vernis pour s'expanser entre les fils du bobinage.

- [0017] Avantageusement et de manière non limitative, avant l'étape (d), une cale est insérée dans chaque fente définie par les dents, de sorte que celle-ci maintient en place le bobinage ainsi que les différentes couches mises en œuvre.
- [0018] Avantageusement et de manière non limitative, une autre couche de composé expansible est ajoutée sur la surface de chaque dent du rotor avant l'étape (a), de sorte que si l'isolant ne suit pas entièrement la forme de la dent alors les ouvertures créées seront comblées par le composé expansible lors de son expansion.
- [0019] Avantageusement et de manière non limitative, une autre couche d'isolant peut être ajoutée entre la cale et le bobinage après l'étape (c) pour renforcer l'isolation électrique de la dent de stator notamment entre les différentes dents.
- [0020] L'invention concerne également un rotor comprenant une culasse qui s'étend dans une direction circonférentielle et une pluralité de dents qui s'étendent radialement à la culasse chaque dent présentant une surface sensiblement cylindrique, entre chaque dent une fente étant définie. Le rotor comprend en outre une couche d'isolant autour de chaque dent et un fil est entouré autour de chaque dent pour former un bobinage et une couche d'un composé expansible sur au moins une partie de la couche d'isolant dont on provoquera l'expansion.
- [0021] D'autres particularités et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description faite ci-après de plusieurs modes de réalisation particuliers de l'invention, donnés à titre indicatif mais non limitatifs, en référence aux dessins annexés sur lesquels :
- [0022] - [Fig. 1] est un organigramme présentant le procédé de fabrication selon l'invention ;
- [0023] - [Fig. 2] est une vue schématique en coupe radiale du rotor d'une machine électrique tournante ;
- [0024] - [Fig. 3] est une vue schématique de détail du rotor illustré sur la figure 1 ;
- [0025] - [Fig. 4] est une vue schématique partielle du rotor selon un premier ou un second mode de réalisation de l'invention ; et,
- [0026] - [Fig. 5] est une vue schématique partielle d'un rotor selon un mode de réalisation alternatif de l'invention.
- [0027] L'invention concerne un procédé de fabrication d'un rotor de machine électrique comprenant une culasse centrale et une pluralité de dents ainsi qu'un rotor de machine électrique obtenu selon ce procédé de fabrication.
- [0028] Le procédé de fabrication, selon la [Fig. 1], permet de fabriquer un rotor comprenant une culasse centrale qui s'étend dans une direction circonférentielle et une pluralité de dents qui s'étendent radialement de la culasse, chaque dent présentant une surface sensiblement cylindrique, entre chaque dent adjacente une

fente étant définie, le procédé de fabrication comprend les étapes suivantes :

- (a) mettre en œuvre une couche d'isolant (6) autour de chaque dent ;
- (b) déposer une couche (7) d'un composé expansible sur au moins une partie de la couche d'isolant (6) ;
- (c) installer un fil autour de chaque dent pour former un bobinage (8) ;
- (d) provoquer l'expansion du composé expansible entre les fils du bobinage (8).

[0029] En référence à la [Fig. 2], l'invention concerne un rotor 1 comprenant une culasse 2 qui s'étend dans une direction circonférentielle ainsi qu'une pluralité de dents 3 qui s'étendent radialement de la culasse 2. Vu en coupe radiale sur la [Fig. 2], les dents 3 se terminent par une extrémité libre en T.

[0030] La [Fig. 3] illustre plus en détail la dent 3 de rotor, laquelle présente une surface 4 sensiblement cylindrique. Le bobinage de la dent 3 sera ainsi réalisé autour de cette surface 4. La dent 3 et la culasse 2 peuvent être réalisées dans tout matériau métallique ou alliage conducteur. Préférentiellement la dent 3 ainsi que la culasse 2 du rotor sont réalisées en tôles d'acier électrique laminées ou en composite magnétique doux. Les dents 3 sont régulièrement réparties sur la culasse et définissent ainsi des fentes entre elles.

[0031] Selon le procédé de fabrication, une couche d'isolant électrique 6 est déposée sur la dent 3 pour assurer l'isolation électrique entre celle-ci et le bobinage qui sera mis en œuvre autour. La couche d'isolant 6 est mise en œuvre dans l'étape (a) du procédé de fabrication. L'isolant utilisé pour l'invention peut être n'importe quel type d'isolant électrique usuellement utilisé dans les machines électriques par exemple une couche de papier supportant un isolant minéral.

[0032] La couche d'isolant 6 est sous forme d'une bande flexible à appliquer autour de la surface 4 de la dent 3. Elle est fixée en utilisant une colle ou un ruban adhésif usuellement utilisé pour les machines électriques ou en utilisant une rainure appropriée dans laquelle on l'insère pour la fixer.

[0033] Ensuite, le rotor 1 comprend une couche 7 d'un composé expansible déposé sur au moins une partie de la couche d'isolant 6 dans l'étape (b) du procédé de fabrication. Le composé expansible est une composition comprenant notamment un matériau expansible qui s'expandra par la suite lorsque l'expansion sera provoquée.

[0034] La couche 7 de composé expansible est une couche flexible telle qu'une bande facilement manipulable et découpable aux dimensions souhaitées. Elle peut être fixée en utilisant une colle ou un ruban adhésif. Préférentiellement la couche 7 de composé expansible est fixée à l'aide d'un ruban adhésif double face usuellement utilisée pour les machines électriques ou en utilisant une rainure appropriée dans laquelle on l'insère pour la fixer.

[0035] Après le dépôt des couches d'isolant 6 et de composé expansible 7, un fil est enroulé autour de chaque dent 3 et sur les couches de composé expansible 7 et d'isolant 6 pour former un bobinage 8 lors de l'étape (c) du procédé. La bobine

peut également être enroulée à l'extérieur pour former le bobinage puis installée autour de la dent 3. Le fil utilisé est un fil métallique, avantageusement un fil de cuivre. Ce fil est par exemple enroulé en le guidant autour de la dent 3 pendant que celle-ci est mise en rotation.

- [0036] Ensuite, lors de l'étape (d) du procédé de fabrication, l'expansion de la couche 7 de composé expansible est provoquée pour que celui-ci s'expande entre les fils du bobinage.
- [0037] Selon un premier mode de réalisation, le composé expansible comprend un adhésif. L'adhésif utilisé peut être un mélange d'époxy, de polysulfure de phénylène (PPS), de polybutylène téréphtalate (PBT) ou de polymère thermoplastique. Le composé expansible comprend également des capsules qui se dilatent sous l'effet de la chaleur et qui vont donc donner la propriété expansible au composé.
- [0038] Selon ce premier mode de réalisation, l'étape (d) du procédé comprend une première sous-étape consistant à chauffer le rotor pour que la couche de composé expansible s'expande. Lors de cette sous-étape, le rotor est chauffé à une température comprise entre 80°C et 140°C, de préférence comprise entre 100°C et 120°C, ce qui va permettre aux capsules présentes dans le composé de se dilater.
- [0039] Ensuite, il comprend une sous-étape d'imprégnation du rotor d'un vernis assurant l'isolation et la cohésion mécanique des fil. En référence à la [Fig. 4], le vernis 11 utilisé a ainsi deux fonctions qui sont de renforcer l'isolation électrique et d'assurer la cohésion mécanique et la tenue du bobinage. Il permet également d'augmenter la durabilité du rotor. Le vernis utilisé correspond à un vernis d'imprégnation durcissant avec la température, usuellement utilisé pour les machines électriques. Il comprend principalement un polymère, un additif et un solvant aqueux ou préférentiellement organique.
- [0040] Le procédé d'imprégnation consiste à mettre en œuvre une cuve remplie de vernis liquide présentant une interface air/vernis sensiblement horizontale puis à plonger le rotor dans une position où son axe de rotation est perpendiculaire à l'interface. Dans la cuve, le rotor est mis en rotation pour permettre une meilleure pénétration et distribution du vernis entre les fils du bobinage.
- [0041] La dernière sous-étape de l'étape (b) est, après extraction du rotor de la cuve, de chauffer le rotor jusqu'à durcissement du vernis et du composé expansible. Le rotor est alors d'abord chauffé à une température comprise entre 140°C et 160°C pendant environ 10 minutes tout en étant entraîné en rotation. Puis il est chauffé à plus forte température pendant 20 à 40 minutes, la température est alors comprise entre 180°C et 190°C.
- [0042] Selon un second mode de réalisation, le composé expansible comprend une éponge expansible. L'éponge expansible est une éponge de cellulose également appelée éponge gonflante. C'est une éponge de cellulose sèche qui est comprimée sous haute pression et température. Au contact d'un liquide, et en particulier du vernis, elle gonfle jusqu'à sa taille initiale et présente dès lors les mêmes

propriétés que les éponges non comprimées. Le facteur d'absorption des liquides d'une éponge comprimée est jusqu'à 20 fois supérieur à celui de son propre poids.

- [0043] Selon ce premier mode de réalisation, l'étape (d) du procédé comprend une première sous-étape consistant à chauffer le rotor à une température comprise entre 80°C et 140°C, de préférence comprise entre 100°C et 120°C.
- [0044] Ensuite, il comprend une sous-étape d'imprégnation du rotor d'un vernis assurant l'isolation et la cohésion mécanique des fil. En référence à la [Fig. 4], le vernis 11 utilisé a ainsi deux fonctions qui sont de renforcer l'isolation électrique et d'assurer la cohésion mécanique et la tenue du bobinage. Il permet également d'augmenter la durabilité du rotor. Le vernis utilisé correspond à un vernis d'imprégnation usuellement utilisé pour les machines électriques. Il comprend principalement un polymère, un additif et un solvant aqueux ou préférentiellement organique. En outre, le vernis permettra l'expansion de l'éponge expansible qui va en absorber une partie pour s'expanser entre les fils du bobinage.
- [0045] Le procédé d'imprégnation consiste à mettre en œuvre une cuve remplie de vernis liquide présentant une interface air/vernis sensiblement horizontale puis à tremper le rotor dans une position où son axe de rotation est perpendiculaire à l'interface. Dans la cuve, le rotor est mis en rotation pour permettre une meilleure pénétration du vernis entre les fils du bobinage.
- [0046] La dernière sous-étape de l'étape (b) est, après extraction du rotor de la cuve, de chauffer le rotor jusqu'à durcissement du vernis et du composé expansible. Le rotor est alors d'abord chauffé à une température comprise entre 140°C et 160°C pendant environ 10 minutes tout en étant mis en rotation. Puis il est chauffé à plus forte température pendant 20 à 40 minutes, la température est alors comprise entre 180°C et 190°C.
- [0047] Enfin, dans des modes de réalisation alternatif de l'invention, il peut y avoir plusieurs couches d'isolant et de composé expansible. Selon la [Fig. 5], une couche 9 d'isolant peut être ajoutée sur le bobinage 8 avant l'étape (d). Alternativement, une couche d'isolant peut également être ajoutée entre la couche 7 de composé expansible et le bobinage 8 (non représenté sur les figures).
- [0048] Une couche 10 de composé expansible peut également être ajoutée entre la dent 3 et la couche d'isolant 6. Alternativement, une couche de composé expansible peut également être ajoutée sur le bobinage 8 ou entre la couche 9 d'isolant et le bobinage (non représenté sur les figures).
- [0049] Dans ces modes de réalisation alternatif les couches peuvent recouvrir entièrement ou partiellement les surfaces concernées. Elles peuvent également ne pas recouvrir toute la surface de la dent du rotor.
- [0050] Alternativement, en référence à la [Fig. 5] une cale 12 peut également être insérée dans chaque fente 5 définie par les dents. La cale 12 sera une cale réalisée dans un matériau polymère non conducteur.

## Revendications

[Revendication 1] Procédé de fabrication d'un rotor (1) comprenant une culasse (2) qui s'étend dans une direction circonférentielle et une pluralité de dents (3) qui s'étendent radialement de la culasse (2), chaque dent (3) présentant une surface (4) sensiblement cylindrique, entre chaque dent (3) adjacente une fente (5) étant définie,

le procédé de fabrication comprenant les étapes suivantes :

- (a) mettre en œuvre une couche d'isolant (6) autour de chaque dent ;
- (b) déposer une couche (7) d'un composé expansible sur au moins une partie de la couche d'isolant (6) ;
- (c) installer un fil autour de chaque dent pour former un bobinage (8) ;  
et,
- (d) provoquer l'expansion du composé expansible entre les fils du bobinage (8).

[Revendication 2] Procédé de fabrication selon la revendication 1, caractérisé en ce que le composé expansible comprend un adhésif.

[Revendication 3] Procédé de fabrication selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'étape (d) comprend les sous-étapes suivantes :

- chauffer le rotor pour que la couche (7) de composé expansible s'expande ;
- imprégner le rotor d'un vernis (11) assurant l'isolation et la cohésion mécanique des fil ;
- chauffer le rotor jusqu'à durcissement du vernis (11) et du composé expansible.

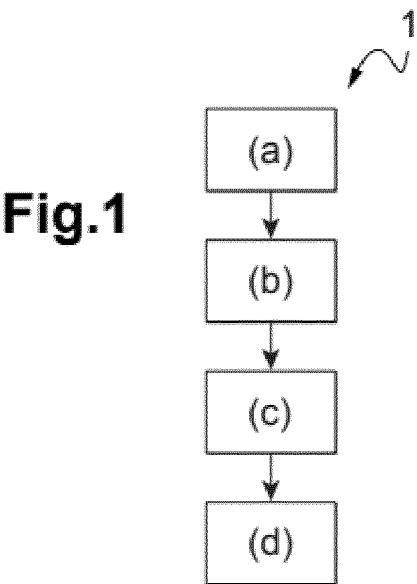
[Revendication 4] Procédé de fabrication selon la revendication 1, caractérisé en ce que le composé expansible comprend une éponge expansible.

[Revendication 5] Procédé de fabrication selon la revendication 1 ou 4, caractérisé en ce que l'étape (d) comprend les sous-étapes suivants :

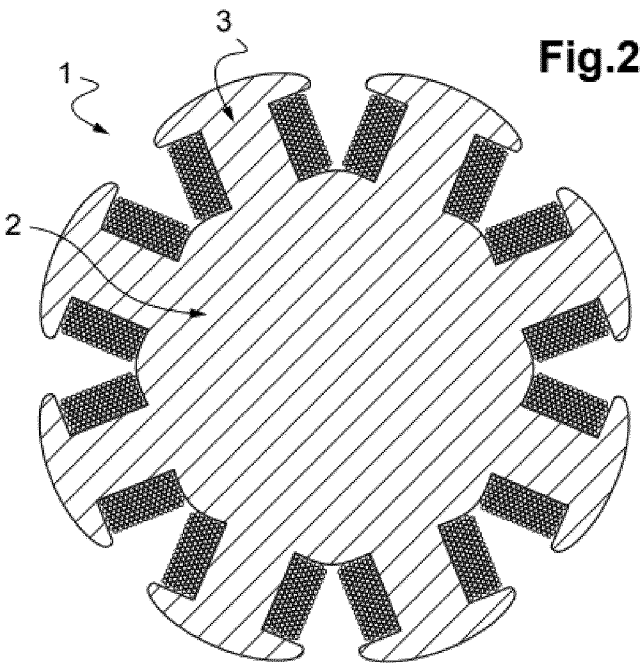
- chauffer le rotor ;
- imprégner le rotor de d'un vernis (11) assurant l'isolation et la cohésion mécanique des fil pour provoquer l'expansion de l'éponge expansible ;
- chauffer le rotor pour provoquer le durcissement du vernis (11) et de l'éponge expansible.

- [Revendication 6] Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce qu'avant l'étape (d), une cale (12) est insérée dans chaque fente (5) définie par les dents (3).
- [Revendication 7] Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'une autre couche (10) de composé expansible est ajoutée sur la surface (4) de chaque dent (3) du rotor (1) avant l'étape (a).
- [Revendication 8] Procédé de fabrication selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'une autre couche d'isolant (9) est ajoutée entre la cale (12) et le bobinage (8) après l'étape (c).
- [Revendication 9] Rotor (1) comprenant une culasse (2) qui s'étend dans une direction circonférentielle et une pluralité de dents (3) qui s'étendent radialement de la culasse (2), chaque dent (3) présentant une surface (4) sensiblement cylindrique, entre chaque dent (3) une fente (5) étant définie ;
- le rotor (1) comprend en outre une couche d'isolant (6) autour de chaque dent (3) et un fil est entouré autour de chaque dent pour former un bobinage (8) ;
- le rotor (1) est caractérisé en ce qu'il comprend une couche (7) d'un composé expansible sur au moins une partie de la couche d'isolant (6) dont on provoquera l'expansion.

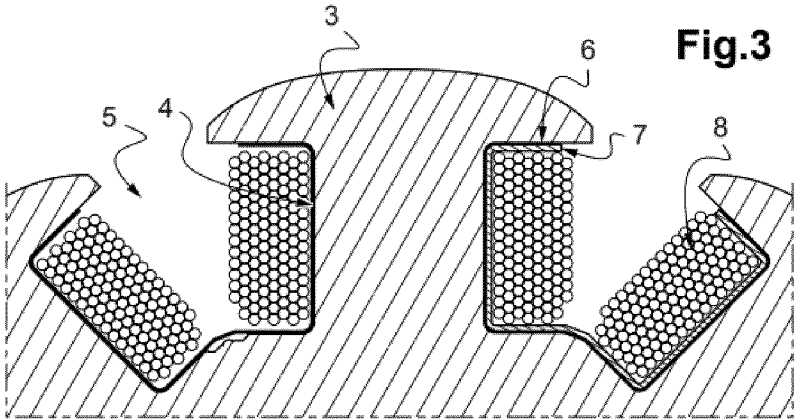
[Fig 1]



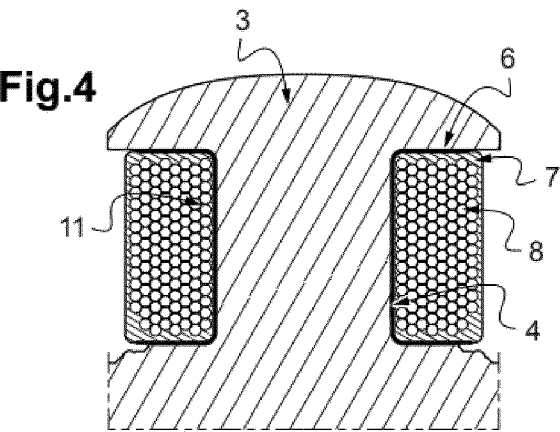
[Fig 2]



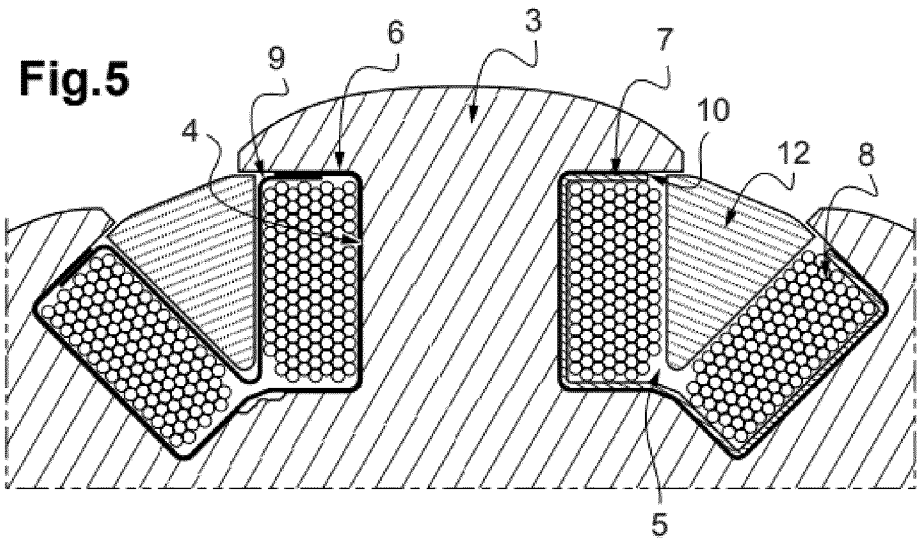
[Fig 3]



[Fig 4]



[Fig 5]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/054306

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                               |                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|
| <b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b><br><b>H02K 3/30</b> (2006.01)i; <b>H02K 15/12</b> (2006.01)i; <b>H02K 15/095</b> (2006.01)n; <b>H02K 3/487</b> (2006.01)n; <b>H02K 3/52</b> (2006.01)n<br>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                               |                                                                          |
| <b>B. FIELDS SEARCHED</b><br>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)<br>H02K<br>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched<br>Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)<br>EPO-Internal, WPI Data                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                               |                                                                          |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                               |                                                                          |
| Category*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                            | Relevant to claim No.                                                    |
| X<br>Y<br>A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | JP H0251346 A (TOSHIBA CORP) 21 February 1990 (1990-02-21)<br>figures 5,6                                                     | 1,2,4,9<br>6,8<br>3,5,7                                                  |
| X<br>Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | US 2018159395 A1 (KAWANISHI YOSHITOMO [JP]) 07 June 2018 (2018-06-07)<br>paragraph [0030]; figures 1,3,5                      | 1-5,7,9<br>6,8                                                           |
| X<br>Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | US 2021190201 A1 (SHIMOKOBE YUKI [JP] ET AL) 24 June 2021 (2021-06-24)<br>paragraphs [0029], [0038]; figure 2                 | 1,2,4,7,9<br>6,8                                                         |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | EP 0466893 B1 (ISOVOLTA [AT]; CKD TRAKCE [CS]) 06 April 1994 (1994-04-06)<br>figure 3                                         | 1-9                                                                      |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | US 2018054105 A1 (GRUEBEL ANDRE [DE] ET AL) 22 February 2018 (2018-02-22)<br>paragraph [0042] - paragraph [0045]; figures 2,3 | 6,8                                                                      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | DE 102021113309 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE]) 24 November 2022 (2022-11-24)<br>figure 2                               | 6                                                                        |
| <input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                               |                                                                          |
| <p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&amp;” document member of the same patent family</p> |                                                                                                                               |                                                                          |
| Date of the actual completion of the international search<br><b>08 May 2024</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                               | Date of mailing of the international search report<br><b>21 May 2024</b> |
| Name and mailing address of the ISA/EP<br><b>European Patent Office</b><br><b>p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk</b><br><b>Netherlands (Kingdom of the)</b><br>Telephone No. (+31-70)340-2040<br>Facsimile No. (+31-70)340-3016                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                               | Authorized officer<br><b>Fernandez, Victor</b><br><br>Telephone No.      |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/EP2024/054306**

| Patent document cited in search report |              |    | Publication date (day/month/year) | Patent family member(s) |              |    | Publication date (day/month/year) |
|----------------------------------------|--------------|----|-----------------------------------|-------------------------|--------------|----|-----------------------------------|
| JP                                     | H0251346     | A  | 21 February 1990                  | NONE                    |              |    |                                   |
| US                                     | 2018159395   | A1 | 07 June 2018                      | BR                      | 102017024452 | A2 | 19 June 2018                      |
|                                        |              |    |                                   | CN                      | 108134467    | A  | 08 June 2018                      |
|                                        |              |    |                                   | EP                      | 3331132      | A1 | 06 June 2018                      |
|                                        |              |    |                                   | JP                      | 6575495      | B2 | 18 September 2019                 |
|                                        |              |    |                                   | JP                      | 2018093598   | A  | 14 June 2018                      |
|                                        |              |    |                                   | KR                      | 20180062951  | A  | 11 June 2018                      |
|                                        |              |    |                                   | RU                      | 2670095      | C1 | 18 October 2018                   |
|                                        |              |    |                                   | US                      | 2018159395   | A1 | 07 June 2018                      |
| US                                     | 2021190201   | A1 | 24 June 2021                      | CN                      | 113007331    | A  | 22 June 2021                      |
|                                        |              |    |                                   | EP                      | 3838640      | A1 | 23 June 2021                      |
|                                        |              |    |                                   | JP                      | 2021099107   | A  | 01 July 2021                      |
|                                        |              |    |                                   | US                      | 2021190201   | A1 | 24 June 2021                      |
| EP                                     | 0466893      | B1 | 06 April 1994                     | AT                      | E103859      | T1 | 15 April 1994                     |
|                                        |              |    |                                   | CS                      | 9000565      | A2 | 13 August 1991                    |
|                                        |              |    |                                   | EP                      | 0466893      | A1 | 22 January 1992                   |
|                                        |              |    |                                   | ES                      | 2055591      | T3 | 16 August 1994                    |
|                                        |              |    |                                   | JP                      | H05504460    | A  | 08 July 1993                      |
|                                        |              |    |                                   | RU                      | 2072115      | C1 | 20 January 1997                   |
|                                        |              |    |                                   | SK                      | 278813       | B6 | 04 March 1998                     |
|                                        |              |    |                                   | WO                      | 9112133      | A1 | 22 August 1991                    |
| US                                     | 2018054105   | A1 | 22 February 2018                  | BR                      | 112017020368 | A2 | 05 June 2018                      |
|                                        |              |    |                                   | CN                      | 107408864    | A  | 28 November 2017                  |
|                                        |              |    |                                   | EP                      | 3073615      | A1 | 28 September 2016                 |
|                                        |              |    |                                   | EP                      | 3251196      | A1 | 06 December 2017                  |
|                                        |              |    |                                   | RU                      | 2673462      | C1 | 27 November 2018                  |
|                                        |              |    |                                   | US                      | 2018054105   | A1 | 22 February 2018                  |
|                                        |              |    |                                   | WO                      | 2016150595   | A1 | 29 September 2016                 |
| DE                                     | 102021113309 | A1 | 24 November 2022                  | CN                      | 116982247    | A  | 31 October 2023                   |
|                                        |              |    |                                   | DE                      | 102021113309 | A1 | 24 November 2022                  |
|                                        |              |    |                                   | WO                      | 2022242990   | A1 | 24 November 2022                  |

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE

INV.    H02K3/30                    H02K15/12

ADD.    H02K15/095            H02K3/487                    H02K3/52

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          | JP H02 51346 A (TOSHIBA CORP)<br>21 février 1990 (1990-02-21)                                  | 1, 2, 4, 9                    |
| Y          | figures 5, 6                                                                                   | 6, 8                          |
| A          |                                                                                                | 3, 5, 7                       |
|            | -----                                                                                          |                               |
| X          | US 2018/159395 A1 (KAWANISHI YOSHITOMO<br>[JP]) 7 juin 2018 (2018-06-07)                       | 1-5, 7, 9                     |
| Y          | alinéa [0030]; figures 1, 3, 5                                                                 | 6, 8                          |
|            | -----                                                                                          |                               |
| X          | US 2021/190201 A1 (SHIMOKOBE YUKI [JP] ET<br>AL) 24 juin 2021 (2021-06-24)                     | 1, 2, 4, 7, 9                 |
| Y          | alinéas [0029], [0038]; figure 2                                                               | 6, 8                          |
|            | -----                                                                                          |                               |
| A          | EP 0 466 893 B1 (ISOVOLTA [AT]; CKD TRAKCE<br>[CS]) 6 avril 1994 (1994-04-06)                  | 1-9                           |
|            | figure 3                                                                                       |                               |
|            | -----                                                                                          |                               |
|            | -/-                                                                                            |                               |

☒

 Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒

 Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent

"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date

"L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)

"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens

"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

"X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

"Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

"&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

8 mai 2024

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

21/05/2024

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

Fernandez, Victor

| C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS |                                                                                                                                  |                               |
|-------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------|
| Catégorie*                                      | Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents                                   | no. des revendications visées |
| Y                                               | US 2018/054105 A1 (GRUEBEL ANDRE [DE] ET AL) 22 février 2018 (2018-02-22)<br>alinéa [0042] – alinéa [0045]; figures 2,3<br>----- | 6, 8                          |
| A                                               | DE 10 2021 113309 A1 (BAYERISCHE MOTOREN WERKE AG [DE])<br>24 novembre 2022 (2022-11-24)<br>figure 2<br>-----                    | 6                             |

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2024/054306

| Document brevet cité<br>au rapport de recherche |    | Date de<br>publication | Membre(s) de la<br>famille de brevet(s) | Date de<br>publication |
|-------------------------------------------------|----|------------------------|-----------------------------------------|------------------------|
| JP H0251346                                     | A  | 21-02-1990             | AUCUN                                   |                        |
| US 2018159395                                   | A1 | 07-06-2018             | BR 102017024452 A2                      | 19-06-2018             |
|                                                 |    |                        | CN 108134467 A                          | 08-06-2018             |
|                                                 |    |                        | EP 3331132 A1                           | 06-06-2018             |
|                                                 |    |                        | JP 6575495 B2                           | 18-09-2019             |
|                                                 |    |                        | JP 2018093598 A                         | 14-06-2018             |
|                                                 |    |                        | KR 20180062951 A                        | 11-06-2018             |
|                                                 |    |                        | RU 2670095 C1                           | 18-10-2018             |
|                                                 |    |                        | US 2018159395 A1                        | 07-06-2018             |
| US 2021190201                                   | A1 | 24-06-2021             | CN 113007331 A                          | 22-06-2021             |
|                                                 |    |                        | EP 3838640 A1                           | 23-06-2021             |
|                                                 |    |                        | JP 2021099107 A                         | 01-07-2021             |
|                                                 |    |                        | US 2021190201 A1                        | 24-06-2021             |
| EP 0466893                                      | B1 | 06-04-1994             | AT E103859 T1                           | 15-04-1994             |
|                                                 |    |                        | CS 9000565 A2                           | 13-08-1991             |
|                                                 |    |                        | EP 0466893 A1                           | 22-01-1992             |
|                                                 |    |                        | ES 2055591 T3                           | 16-08-1994             |
|                                                 |    |                        | JP H05504460 A                          | 08-07-1993             |
|                                                 |    |                        | RU 2072115 C1                           | 20-01-1997             |
|                                                 |    |                        | SK 278813 B6                            | 04-03-1998             |
|                                                 |    |                        | WO 9112133 A1                           | 22-08-1991             |
| US 2018054105                                   | A1 | 22-02-2018             | BR 112017020368 A2                      | 05-06-2018             |
|                                                 |    |                        | CN 107408864 A                          | 28-11-2017             |
|                                                 |    |                        | EP 3073615 A1                           | 28-09-2016             |
|                                                 |    |                        | EP 3251196 A1                           | 06-12-2017             |
|                                                 |    |                        | RU 2673462 C1                           | 27-11-2018             |
|                                                 |    |                        | US 2018054105 A1                        | 22-02-2018             |
|                                                 |    |                        | WO 2016150595 A1                        | 29-09-2016             |
| DE 102021113309                                 | A1 | 24-11-2022             | CN 116982247 A                          | 31-10-2023             |
|                                                 |    |                        | DE 102021113309 A1                      | 24-11-2022             |
|                                                 |    |                        | WO 2022242990 A1                        | 24-11-2022             |