

⑤④ AIMANT UNITAIRE A CONFIGURATION OVOÏDE ET STRUCTURE D'AIMANT A PLUSIEURS AIMANTS UNITAIRES.

②② Date de dépôt : 26.01.18.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux  
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *WHYLOT SAS Société par actions  
simplifiée* — FR.

④③ Date de mise à la disposition du public  
de la demande : 02.08.19 Bulletin 19/31.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du  
brevet d'invention : 11.03.22 Bulletin 22/10.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de  
recherche :

*Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑦② Inventeur(s) : RAVAUD ROMAIN.

⑦③ Titulaire(s) : *WHYLOT SAS Société par actions  
simplifiée*.

⑦④ Mandataire(s) : *WHYLOT*.



« Aimant unitaire à configuration ovoïde et structure d'aimant à  
plusieurs aimants unitaires »

5           La présente invention concerne un aimant unitaire à configuration partiellement ovoïde et une structure d'aimant à plusieurs aimants unitaires. L'invention concerne aussi un actionneur électromagnétique comportant une ou plusieurs de telles structures d'aimant.

10           La présente invention trouve une application avantageuse mais non limitative pour un actionneur électromagnétique délivrant une forte puissance avec une vitesse de rotation du rotor élevée, ce qui est obtenu par l'utilisation d'une ou de structures d'aimant selon la présente invention. Un tel actionneur électromagnétique peut être utilisé par exemple dans un véhicule automobile totalement électrique ou hybride.

15           Avantageusement mais non limitativement, l'actionneur peut être un actionneur rotatif pouvant comprendre au moins un rotor encadré par deux stators, ces éléments pouvant se superposer les uns par rapport aux autres en étant séparés par au moins un entrefer sur un même arbre.

20           Dans des applications à haute vitesse, il est nécessaire d'avoir non seulement un système compact rendu possible par la réduction de la masse et de l'encombrement de l'actionneur électromagnétique pour un rendement optimal, mais également une très bonne tenue mécanique de la partie tournante ou en translation, c'est-à-dire le rotor ou l'élément en translation linéaire, afin d'améliorer la fiabilité du système.

25           Dans des applications à haute vitesse, il est nécessaire de réduire les pertes pour un rendement optimal. Dans des applications automobiles, la miniaturisation est de plus en plus recherchée. Pour cela, il est important d'avoir un système compact rendu possible par la réduction de la masse et de l'encombrement de l'actionneur, mais également une très bonne tenue  
30           mécanique de la partie en déplacement, afin d'améliorer la fiabilité du système.

          Pour un actionneur électromagnétique à flux axial, comme exemple non limitatif de la présente invention, le rotor comporte un corps sous forme d'un disque présentant deux faces circulaires reliées par une épaisseur, le

disque étant délimité entre une couronne externe et une périphérie interne délimitant un évidement pour un arbre de rotation.

Au moins deux aimants permanents sont appliqués contre au moins une des deux faces circulaires du corps dite face de support. Pour un rotor  
5 mono-entrefer destiné à être associé à un stator, une seule face circulaire du corps porte des aimants tandis que, pour un rotor à deux entrefers avec un stator respectif, ce sont les deux faces qui portent des aimants.

Les aimants sont chacun maintenus sur la face ou leur face respective par des moyens de maintien, un intervalle étant laissé entre lesdits au moins  
10 deux aimants sur une même face.

Pour un actionneur électromagnétique à flux radial, le rotor comporte un corps cylindrique dont tout le pourtour porte des aimants.

Pour le stator ou chaque stator, ceux-ci portent des éléments de bobinage comprenant une dent portant une bobine, la dent étant encadrée sur  
15 chacun de ses côtés par une encoche, un fil métallique bon conducteur étant enroulé sur la dent pour former la bobine.

Quand la série ou les séries de bobinages sont alimentées électriquement, le rotor qui est solidarisé à l'arbre de sortie du moteur est soumis à un couple résultant du champ magnétique, le flux magnétique créé  
20 étant un flux axial pour une machine électromagnétique à flux axial et un flux radial pour une machine à flux radial.

Il est connu que les aimants peuvent se désaimanter quand soumis à des températures élevées.

Le document US-A-2011/0080065 décrit un rotor pour moteur à flux  
25 axial avec une pluralité de structures d'aimant disposées autour du rotor et composées de plusieurs aimants unitaires.

L'invention décrite dans ce document a été élaborée sur la constatation que les aimants permanents dans un tel moteur sont exposés à une température élevée en raison de la chaleur générée par les enroulements et  
30 ont une probabilité non négligeable de démagnétisation par le champ démagnétisant des enroulements. Il existe donc une demande pour des aimants dans lesquels la force coercitive qui est un indice de résistance thermique et de résistance à la démagnétisation est supérieure à un certain niveau.

Lorsque le rotor tourne, des courants de Foucault circulent dans les aimants. Des moyens efficaces pour réduire les courants de Foucault consistent à diviser un corps magnétique pour interrompre le trajet du courant de Foucault. Alors que la division d'un corps d'aimant en plus petits morceaux  
5 conduit à une réduction plus importante des pertes par courants de Foucault, il devient nécessaire de prendre en compte des problèmes tels qu'une augmentation du coût de fabrication et une diminution du rendement.

Ce document propose que chacun des aimants unitaires divisés présente une force coercitive près de la surface de la pièce d'aimant plus  
10 élevée que celle à l'intérieur de l'aimant unitaire. Ceci est une mesure difficile à mettre en œuvre et coûteuse.

De plus, dans ce document les aimants unitaires sont collés face contre face en étant sous forme de cubes ce qui concourt à leur désaimantation et ne permet pas un échange de chaleur avec l'extérieur des aimants.

15 Le problème à la base de la présente invention est de concevoir une forme d'aimant unitaire qui puisse combattre la démagnétisation de l'aimant unitaire tout en permettant une solidarisation résistante des aimants unitaires entre eux quand ces aimants unitaires forment une structure d'aimant pouvant supporter des vitesses de travail élevées tout en fournissant un champ  
20 magnétique puissant avec un maintien optimal des aimants dans leur support.

A cet effet la présente invention concerne un aimant unitaire de forme allongée, caractérisé en ce qu'il présente un contour au moins partiellement ovoïde en comportant une première portion formant corps de l'aimant unitaire présentant une plus grande section et s'étendant sur une plus grande  
25 longueur de l'aimant unitaire qu'au moins une deuxième portion d'extrémité longitudinale pointant vers une extrémité longitudinale associée de l'aimant en diminuant de section en se rapprochant de l'extrémité longitudinale.

En considérant un aimant unitaire en tant qu'élément élémentaire sous forme de plot, la forme idéale de ce plot est un ellipsoïde de révolution symétrique aussi appelé forme ovoïde, approximativement une sphère aplatie,  
30 qui de par sa topologie est difficile à désaimanter car son champ magnétique relatif à l'aimantation est informe. Il n'y a pas de champ tournant dans les coins. A partir ce constat, la démarche inventive de la présente invention est de constituer un maillage d'aimants unitaires se rapprochant le plus possible  
35 de l'ellipsoïde de révolution.

Plusieurs modes de réalisation sont possibles et la forme ovoïde de l'aimant unitaire peut être plus ou moins parfaite en présentant une portion d'extrémité de forme arrondie convexe à une extrémité longitudinale ou aux deux extrémités longitudinales.

- 5 Une forme ovoïde relativement parfaite avec deux extrémités longitudinales de forme convexe est optimale mais difficile à obtenir par usinage. Par contre c'est la forme idéale pour combattre une désaimantation de l'aimant unitaire.

- 10 En alternative, un aimant unitaire basé sur une structure poly-facettes avec une première portion dite de corps avec des facettes longitudinales et au moins une portion d'extrémité avec des facettes inclinées dont les angles sont compris entre 0 et 45° peut aussi être envisagé en permettant d'augmenter le champ magnétique relatif à l'aimantation tout en conservant des faces actives importantes aux extrémités des aimants unitaires sous forme de plots.

- 15 Entre ces deux formes de réalisation de nombreuses autres formes s'approchant plus ou moins d'une forme ovoïde sont aussi possibles.

- 20 Avantageusement, ladite au moins une deuxième portion d'extrémité longitudinale est bombée en étant de forme convexe, un sommet de la forme convexe formant l'extrémité longitudinale associée. On obtient ainsi une forme parfaite d'extrémité d'un ovoïde.

Avantageusement, ladite au moins une deuxième portion d'extrémité longitudinale porte à son sommet une facette médiane formant l'extrémité longitudinale. Cela forme un biseau ou un sommet tronqué ou aplati en bout d'extrémité longitudinale.

- 25 Avantageusement, ladite au moins une deuxième portion d'extrémité longitudinale comprend des facettes latérales inclinées vers un axe longitudinal de l'aimant en s'approchant de l'extrémité longitudinale associée de l'aimant, les facettes latérales inclinées s'étendant entre une grande base reliée à la première portion formant corps de l'aimant et une petite base  
30 formant une extrémité longitudinale de l'aimant. Dans ce mode de réalisation la deuxième portion d'extrémité est constituée par des facettes inclinées.

Avantageusement, les facettes latérales inclinées sont bombées en étant convexes. Ceci permet de se rapprocher de la forme ovoïde parfaite pour une ou les deux extrémités longitudinales.

Avantageusement, l'extrémité longitudinale de l'aimant comprend une facette médiane entourée par les facettes latérales inclinées. L'extrémité longitudinale ou les extrémités longitudinales de l'aimant unitaire sont alors biseautées.

5       Avantageusement, chaque portion d'extrémité longitudinale de l'aimant comprend une deuxième portion d'extrémité longitudinale. Ceci complète la forme ovoïde sur les deux extrémités longitudinales et concourt à une meilleure résistance à la désaimantation notamment dans le cas d'un aimant unitaire sous forme d'un ovoïde parfait.

10       Avantageusement, la première portion formant corps de l'aimant unitaire présentant une plus grande section et s'étendant sur une plus grande longueur de l'aimant unitaire est bombée en présentant sa plus grande section vers une portion médiane longitudinale de l'aimant et en décroissant de section vers les extrémités longitudinales de l'aimant. Ceci est une  
15 alternative à une première portion polygonale en comprenant des facettes ou une première portion de forme cylindrique.

Avantageusement, la première portion formant corps de l'aimant unitaire est de forme polygonale en présentant des facettes longitudinales ou de forme cylindrique de section circulaire ou ovalisée. La première portion  
20 formant corps de l'aimant unitaire n'est pas arrondie dans ce cas et ne tend pas vers une forme ovoïde parfaite.

Avantageusement, la première portion présentant des facettes longitudinales, chacune des facettes latérales inclinées de ladite au moins une deuxième portion est prolongée longitudinalement dans l'aimant unitaire par  
25 une facette longitudinale de la première portion.

L'invention concerne une structure d'aimant en trois dimensions constituée d'une pluralité d'aimants unitaires, caractérisée en ce que chaque aimant unitaire est tel que précédemment mentionné, les aimants unitaires étant directement adjacents les uns aux autres en étant partiellement en  
30 contact, les aimants étant collés par dépôt de colle sur les zones des aimants unitaires en contact, la pluralité d'aimants unitaires réalisant un maillage d'aimants sans interposition d'éléments de maintien entre eux autres que la colle.

On obtient ainsi comme aimants unitaires des "cristaux" associés entre  
35 eux qui ne sont pas liés sur toute la surface de facettes ou de faces

longitudinales mais des couches de résine et de colle viennent se substituer sur la grande base des facettes à 45° et sur les facettes longitudinales munies avantageusement de chanfreins afin de construire un réseau maillé aux extrémités des plots poly-facettes avec des zones de contact entre aimants limitées.

Pour des aimants unitaires de forme ovoïde parfaite avec une première portion arrondie, le contact entre deux aimants unitaires adjacents est plus réduit ne pouvant n'être que ponctuel et correspond sensiblement à un arc de cercle de dimension réduite entre les deux aimants unitaires. Il peut être creusé une strie à la dimension de l'arc de cercle de contact entre deux aimants unitaires adjacents pour recevoir de la colle, avantageusement sous forme de résine.

Les aimants unitaires ne sont pas liés sur les faces latérales, au plus sur des facettes ou des bords de facettes. Des couches de résine et de colle viennent se substituer par exemple sur la grande base des facettes à 45° et sur les facettes longitudinales munies avantageusement de chanfreins afin de construire un réseau maillé aux extrémités des plots poly-facettes.

Avantageusement, les zones des aimants unitaires en contact présentent des chanfreins creusés dans un contour extérieur de chaque aimant unitaire en contact avec un autre aimant unitaire, le dépôt de colle concernant exclusivement les chanfreins des aimants unitaires. Il peut exister des chanfreins longitudinaux à l'aimant unitaire et des chanfreins transversaux à l'aimant unitaire sur au moins une portion d'un pourtour de l'aimant centré sur un axe longitudinal de l'aimant unitaire.

L'invention concerne aussi un actionneur électromagnétique linéaire ou rotatif, caractérisé en ce qu'il comprend une telle structure d'aimant ou plusieurs de telles structures d'aimant, la ou les structures d'aimant faisant partie d'un rotor rotatif autour de son centre, la ou les structures d'aimant étant disposées concentriquement au centre du rotor.

Avantageusement, quand unitaire, la structure d'aimant forme un unique aimant s'étendant sur l'actionneur ou, quand multiples, les structures d'aimant sont des pavés successifs formant des pôles d'aimant successifs alternés.

L'invention concerne enfin un procédé de fabrication d'une telle structure d'aimant, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- découpe dans une tuile aimantée présentant une longueur, une largeur et une épaisseur formant trois dimensions de la tuile, de plusieurs aimants unitaires selon les trois dimensions de la tuile aimantée, les aimants unitaires présentant au moins partiellement une forme ovoïde,
- 5     - détermination de zones de contact partiel sur chaque aimant unitaire avec chaque aimant qui lui est adjacent quand les aimants sont adjacents les uns aux autres,
- 10    - collage de chaque aimant unitaire par dépôt d'une résine pour chaque aimant unitaire uniquement sur les zones de contact partiel déterminées,
- positionnement des aimants unitaires ainsi collés de manière adjacente les uns aux autres, un contact partiel entre deux aimants unitaires adjacents étant établi aux zones de contact.

La démarche à la base de la présente invention est donc que la tenue  
 15   entre les aimants unitaires soit assurée sans avoir besoin d'un maillage logeant les aimants unitaires individuellement, ce qui représente un gain de place et permet de loger plus d'aimants unitaires par structure d'aimant.

De plus, il n'est plus assuré un contact face contre face des aimants unitaires comme le proposait l'état de la technique mais un contact  
 20   sensiblement ponctuel, linéaire ou en arc de cercle, ce qui permet d'augmenter le champ magnétique relatif à l'aimantation et d'éviter de doper les aimants tout en évitant les courants de Foucault élémentaires. Il est ainsi possible d'avoir un nombre total d'aimants unitaires très élevé dans une structure d'aimant, par exemple de l'ordre de 200 à 300 aimants unitaires par  
 25   structure d'aimant.

Au final, il est possible d'envisager des aimants unitaires adoptant différentes configurations tendant plus ou moins vers une forme ovoïde parfaite.

Avantageusement, il est procédé à une injection d'une couche de  
 30   composite autour des aimants unitaires ainsi mis en contact et collés pour leur enrobage. Ceci permet d'obtenir une structure d'aimant compact en remplissant les interstices entre aimants unitaires.

D'autres caractéristiques, buts et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui va suivre et au regard des dessins annexés donnés à titre d'exemples non limitatifs et sur lesquels :

- les figures 1a, 1b et 1c sont des représentations schématiques respectivement d'une vue de face d'une structure d'aimant contenant plusieurs aimants unitaires, d'une vue agrandie de cette structure d'aimant et d'une vue en perspective d'un aimant unitaire sous forme d'un plot allongé selon une première forme de réalisation de la présente invention, l'aimant unitaire comportant au moins une portion d'extrémité longitudinale de forme ovoïde avec des facettes inclinées,

- les figures 2a, 2b et 2c sont des représentations schématiques respectivement d'une vue de face d'une structure d'aimant contenant plusieurs aimants unitaires, d'une vue agrandie de cette structure d'aimant et d'une vue en perspective d'un aimant unitaire sous forme d'un plot allongé selon une deuxième forme de réalisation de la présente invention, l'aimant unitaire comportant au moins une portion d'extrémité longitudinale de forme ovoïde avec des facettes inclinées, les facettes inclinées étant bombées,

- les figures 3a, 3b et 3c sont des représentations schématiques respectivement d'une vue de face d'une structure d'aimant contenant plusieurs aimants unitaires, d'une vue agrandie de cette structure d'aimant et d'une vue en perspective d'un aimant unitaire sous forme d'un plot allongé selon une troisième forme de réalisation de la présente invention, l'aimant unitaire présentant une forme ovoïde sensiblement parfaite avec deux portions d'extrémité longitudinale bombées,

- la figure 4 est une représentation schématique d'une vue en perspective d'une structure d'aimant selon la présente invention logeant des aimants unitaires selon la deuxième forme de réalisation, des aimants unitaires étant montrés à distance de la structure d'aimant pour être mieux visibles,

- la figure 5 est une représentation schématique d'une vue en perspective d'un rotor comprenant plusieurs structures d'aimant, le rotor faisant partie d'un actionneur électromagnétique selon la présente invention, la partie encadrée A à cette figure faisant référence à la figure 4.

Les figures sont données à titre d'exemples et ne sont pas limitatives de l'invention. Elles constituent des représentations schématiques de principe destinées à faciliter la compréhension de l'invention et ne sont pas nécessairement à l'échelle des applications pratiques. En particulier, les dimensions des différentes pièces ne sont pas représentatives de la réalité.

Dans ce qui va suivre, il sera référencé un seul aimant unitaire, une seule structure d'aimant, une seule facette longitudinale, une seule facette inclinée et un seul chanfrein par type de chanfrein mais ce qui est énoncé pour un de ces éléments référencés est applicable pour tous les éléments similaires.

Etre transversal à l'aimant unitaire signifie être dans un plan perpendiculaire à un axe longitudinal de l'aimant unitaire allongé présentant une forme de plot.

En se référant à toutes les figures et notamment aux figures 1a à 1c, 2a à 2c et 3a à 3c, la présente invention concerne un aimant unitaire 1 de forme allongée pouvant être considéré comme un plot. De forme allongée veut dire que sa longueur est notoirement plus grande que sa largeur.

L'aimant unitaire 1 présente un contour au moins partiellement ovoïde. L'aimant unitaire 1 comporte une première portion 1a formant corps de l'aimant unitaire 1 présentant une plus grande section et s'étendant sur une plus grande longueur de l'aimant unitaire 1 qu'au moins une deuxième portion 1b d'extrémité longitudinale pointant vers une extrémité longitudinale associée de l'aimant en diminuant de section en se rapprochant de l'extrémité longitudinale.

A la figure 1c, l'aimant unitaire 1 comprend une seule deuxième portion 1b d'extrémité. Les première 1a et deuxième portions 1b de l'aimant unitaire 1 comprennent chacune des facettes, des facettes longitudinales 3 pour la première portion 1a et des facettes latérales inclinées 4 vers l'extrémité longitudinale associée à la deuxième portion 1b.

A la figure 2c, l'aimant unitaire 1 comprend deux deuxièmes portions 1b d'extrémité respectivement pour une extrémité longitudinale de l'aimant unitaire 1. Les première 1a et deuxième portions 1b de l'aimant unitaire 1 comprennent chacune des facettes, des facettes longitudinales 3 pour la première portion 1a et des facettes inclinées 4 vers l'extrémité longitudinale

associée à la deuxième portion 1b respective. Dans ce mode de réalisation, les facettes inclinées sont bombées.

A la figure 3c, l'aimant unitaire 1 présente une forme ovoïde presque parfaite avec une première portion 1a et deux deuxièmes portions 1b d'extrémité arrondies et de forme convexe.

En se référant notamment aux figures 2c et 3c, au moins une deuxième portion 1b d'extrémité longitudinale peut être bombée en étant de forme convexe, avec ou sans facettes inclinées 4. Un sommet de la forme convexe peut former l'extrémité longitudinale associée. Il peut être considéré que la deuxième portion 1b d'extrémité de la figure 1c est de forme convexe en se référant aux bords des facettes inclinées 4.

Au moins une deuxième portion 1b d'extrémité longitudinale porte à son sommet une facette médiane 5 formant l'extrémité longitudinale. Ceci est le cas aux figures 1c, 2c et 3c bien que cela ne soit pas obligatoire.

Comme montré aux figures 1c et 2c, au moins une deuxième portion 1b d'extrémité longitudinale peut comprendre des facettes latérales inclinées 4 vers un axe longitudinal de l'aimant en s'approchant de l'extrémité longitudinale associée de l'aimant. Les facettes latérales inclinées 4 peuvent s'étendre entre une grande base 4a reliée à la première portion 1a formant corps de l'aimant et une petite base formant une extrémité longitudinale de l'aimant, la facette médiane 5 formant alors la petite base.

Comme montré à la figure 2c, pour se rapprocher encore un peu plus d'une forme ovoïde malgré la présence des facettes inclinées 4, les facettes latérales inclinées 4 peuvent être bombées en étant convexes.

Les figures 2c et 3c montrent deux deuxièmes portions 1b d'extrémité longitudinale à une extrémité longitudinale respective de l'aimant unitaire 1.

La première portion 1a formant corps de l'aimant unitaire 1 présentant une plus grande section et s'étendant sur une plus grande longueur de l'aimant unitaire 1 peut être bombée en présentant sa plus grande section vers une portion médiane longitudinale de l'aimant et en décroissant de section vers les extrémités longitudinales de l'aimant, ceci pour mieux tendre vers une forme ovoïde. Ceci est le cas à la figure 3c mais le cas illustré à la figure 3c n'est pas limitatif de cette forme de réalisation.

Comme montré aux figures 1c et 2c pour une forme polygonale à facettes, la première portion 1a formant corps de l'aimant unitaire 1 peut être

de forme polygonale en présentant des facettes longitudinales 3. En alternative la première portion 1a peut être de forme cylindrique de section circulaire ou ovalisée.

Quand la première portion 1a présente des facettes longitudinales 3 et  
 5 quand une ou les deuxièmes portions 1b présentent des facettes inclinées 4, chacune des facettes latérales inclinées 4 de la ou des deuxièmes portions 1b sont prolongées longitudinalement dans l'aimant unitaire 1 par une facette longitudinale 3 de la première portion 1a, une extrémité d'une facette inclinée 4 de la ou des deuxièmes portions 1b étant mise bout à bout avec une  
 10 extrémité d'une facette longitudinale 3 associée de la première portion 1a.

En se référant plus particulièrement aux figures 1a, 1b, 2a, 2b, 3a, 3b, 4 et 5, l'invention concerne une structure d'aimant 2 en trois dimensions constituée d'une pluralité d'aimants unitaires 1. Les motifs faits par les aimants unitaires 1 sont différents selon la conception de ces aimants  
 15 unitaires 1.

Dans cette structure d'aimant 2, chaque aimant unitaire 1 est tel que précédemment mentionné, les aimants unitaires 1 étant directement adjacents les uns aux autres en étant partiellement en contact.

Les aimants unitaires 1 sont collés par dépôt de colle sur les zones des  
 20 aimants unitaires 1 en contact. Il s'ensuit que la pluralité d'aimants unitaires 1 réalise un maillage d'aimants unitaires 1 sans interposition d'éléments de maintien entre eux autres que la colle, par exemple d'alvéoles logeant respectivement un aimant unitaire 1.

Les aimants unitaires 1 sont en contact direct mais partiel entre  
 25 aimants adjacents. Ceci est particulièrement bien visible à la figure 4 et aux figures agrandies 1b, 2b et 3b.

Dans un mode de réalisation préférentielle de la présente invention, les zones des aimants unitaires 1 en contact peuvent présenter des chanfreins 6, 6a creusés dans un contour extérieur de chaque aimant unitaire 1 en contact  
 30 avec un autre aimant unitaire 1, le dépôt de colle concernant exclusivement les chanfreins 6, 6a des aimants unitaires 1.

Les chanfreins 6 peuvent être situés sur chacune des arrêtes des facettes longitudinales 3 quand présentes, être située sur le contact presque ponctuel entre deux aimants unitaires 1 parfaitement ovoïdes ou les  
 35 chanfreins 6a peuvent être situés sur la grande base 4a de la deuxième

portion 1b quand cette deuxième portion 1b comportent des facettes inclinées 4 bombées ou non.

En se référant notamment à la figure 5, l'invention concerne aussi un actionneur électromagnétique linéaire ou rotatif comprenant une telle structure d'aimant 2 ou plusieurs de telles structures d'aimant 2, la ou les structures d'aimant 2 faisant partie d'un rotor 7 rotatif autour de son centre comme montré à la figure 5 pour un actionneur à flux axial. La ou les structures d'aimant 2 sont disposées concentriquement au centre du rotor 7, avantageusement séparées par des branches 8 dans le cas de plusieurs structures d'aimant 2 et encadrées d'une part par un moyeu 10 et une frette 9. Les branches 8 partent du moyeu 10 et se terminent à la frette 9 formant la périphérie extérieure du rotor 7.

L'actionneur montré à la figure 5 est à flux axial mais pourrait aussi bien être à flux radial.

Quand unitaire, la structure d'aimant 2 peut former un unique aimant s'étendant sur l'actionneur. Quand multiples, comme montré à la figure 5, les structures d'aimant 2 sont des pavés successifs formant des pôles d'aimant successifs alternés.

L'invention concerne enfin un procédé de fabrication d'une telle structure d'aimant 2. Le procédé comprend une étape de découpe dans une tuile aimantée présentant une longueur, une largeur et une épaisseur formant trois dimensions de la tuile, de plusieurs aimants unitaires 1 selon les trois dimensions de la tuile aimantée, les aimants unitaires 1 présentant au moins partiellement une forme ovoïde.

Le procédé comprend ensuite une étape de détermination de zones de contact partiel sur chaque aimant unitaire 1 avec chaque aimant qui lui est adjacent quand des aimants sont adjacents les uns aux autres. Les zones de contact partiel dépendent du contour extérieur des aimants unitaires 1.

L'étape suivante est le collage de chaque aimant unitaire 1 par dépôt d'une résine pour chaque aimant unitaire 1 uniquement sur les zones de contact partiel déterminées.

Il est ensuite procédé au positionnement des aimants unitaires 1 ainsi collés de manière adjacente les uns aux autres, un contact partiel entre deux aimants unitaires 1 adjacents étant établi aux zones de contact.

Il peut être procédé à une injection d'une couche de composite autour des aimants unitaires 1 ainsi mis en contact et collés pour leur enrobage et densifier la structure d'aimant 2 ainsi créée.

## REVENDICATIONS

- 5 1. Structure d'aimant (2) en trois dimensions constituée d'une pluralité d'aimants unitaires (1), caractérisée en ce que les aimants unitaires (1) sont de forme allongée en ellipsoïde de révolution ou polygonale, chaque aimant unitaire (1) comportant une première portion (1a) formant corps de  
10 une plus grande longueur de l'aimant unitaire (1) qu'au moins une deuxième portion (1b) d'extrémité longitudinale pointant vers une extrémité longitudinale associée de l'aimant (1) en diminuant de section en se rapprochant de l'extrémité longitudinale, les aimants unitaires (1) étant directement adjacents les uns aux autres en étant partiellement en  
15 contact, les aimants (1) étant collés par dépôt de colle sur les zones des aimants unitaires (1) en contact, la pluralité d'aimants unitaires (1) réalisant un maillage d'aimants sans interposition d'éléments de maintien entre eux autres que la colle.
- 20 2. Structure d'aimant (2) selon la revendication 1, dans laquelle ladite au moins une deuxième portion (1b) d'extrémité longitudinale est bombée en étant de forme convexe, un sommet de la forme convexe formant l'extrémité longitudinale associée.
- 25 3. Structure d'aimant (2) selon la revendication précédente, dans laquelle ladite au moins une deuxième portion (1b) d'extrémité longitudinale porte à son sommet une facette médiane (5) formant l'extrémité longitudinale.
- 30 4. Structure d'aimant (2) selon la revendication 1, dans laquelle ladite au moins une deuxième portion (1b) d'extrémité longitudinale comprend des facettes latérales inclinées (4) vers un axe longitudinal de l'aimant (1) en s'approchant de l'extrémité longitudinale associée de l'aimant, les facettes latérales inclinées (4) s'étendant entre une grande base (4a) reliée à la première portion (1a) formant corps de l'aimant et une petite base formant une extrémité longitudinale de l'aimant.

5. Structure d'aimant (2) selon la revendication précédente, dans laquelle les facettes latérales inclinées (4) sont bombées en étant convexes.
6. Structure d'aimant (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle chaque portion d'extrémité longitudinale de l'aimant comprend une deuxième portion (1b) d'extrémité longitudinale.
7. Structure d'aimant (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans laquelle la première portion (1a) formant corps de l'aimant unitaire (1) présentant une plus grande section et s'étendant sur une plus grande longueur de l'aimant unitaire (1) est bombée en présentant sa plus grande section vers une portion médiane longitudinale de l'aimant (1) et en décroissant de section vers les extrémités longitudinales de l'aimant (1).
8. Structure d'aimant (2) selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, dans laquelle la première portion (1a) formant corps de l'aimant unitaire (1) est de forme polygonale en présentant des facettes longitudinales (3) ou de forme cylindrique de section circulaire ou ovalisée.
9. Structure d'aimant (2) selon la revendication 8 et l'une quelconque des revendications 4 à 5, dans laquelle, la première portion (1a) présentant des facettes longitudinales (3), chacune des facettes latérales inclinées (4) de ladite au moins une deuxième portion (1b) sont prolongées longitudinalement dans l'aimant unitaire (1) par une facette longitudinale (3) de la première portion (1a).
10. Structure d'aimant (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans laquelle les zones des aimants unitaires (1) en contact présentent des chanfreins (6, 6a) creusés dans un contour extérieur de chaque aimant unitaire (1) en contact avec un autre aimant unitaire (1), le dépôt de colle concernant exclusivement les chanfreins (6, 6a) des aimants unitaires (1).
11. Actionneur électromagnétique linéaire ou rotatif, caractérisé en ce qu'il comprend une structure d'aimant (2) ou plusieurs structures d'aimant (2) selon l'une quelconque revendications précédentes, la ou les structures d'aimant (2) faisant partie d'un rotor (7) rotatif autour de son centre, la ou

les structures d'aimant (2) étant disposées concentriquement au centre du rotor (7).

12. Actionneur électromagnétique selon la revendication précédente, dans lequel, quand unitaire, la structure d'aimant (2) forme un unique aimant s'étendant sur l'actionneur ou, quand multiples, les structures d'aimant (2) sont des pavés successifs formant des pôles d'aimant successifs alternés.

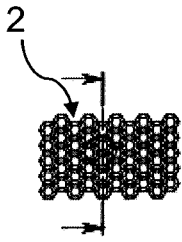
13. Procédé de fabrication d'une structure d'aimant (2) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- 10 - découpe dans une tuile aimantée présentant une longueur, une largeur et une épaisseur formant trois dimensions de la tuile, de plusieurs aimants unitaires (1) selon les trois dimensions de la tuile aimantée, les aimants unitaires (1) présentant au moins partiellement une forme ovoïde,
- 15 - détermination de zones de contact partiel sur chaque aimant unitaire (1) avec chaque aimant qui lui est adjacent quand les aimants (1) sont adjacents les uns aux autres,
- collage de chaque aimant unitaire (1) par dépôt d'une résine pour chaque aimant unitaire (1) uniquement sur les zones de contact partiel déterminées,
- 20 - positionnement des aimants unitaires (1) ainsi collés de manière adjacente les uns aux autres, un contact partiel entre deux aimants unitaires (1) adjacents étant établi aux zones de contact.

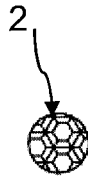
25 14. Procédé selon la revendication précédente, dans lequel il est procédé à une injection d'une couche de composite autour des aimants unitaires (1) ainsi mis en contact et collés pour leur enrobage.

30

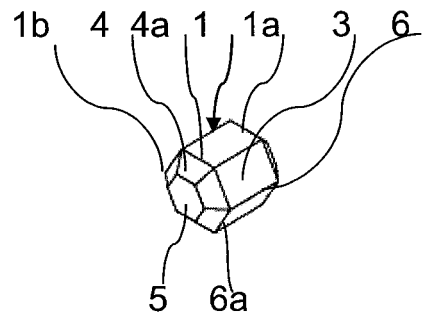
35



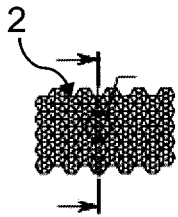
**FIG. 1a**



**FIG. 1b**



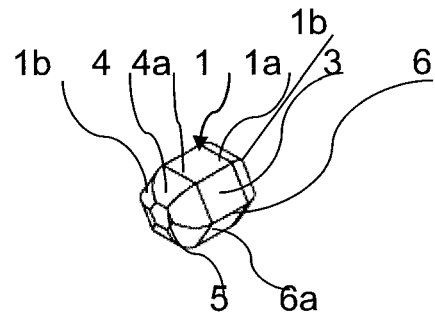
**FIG. 1c**



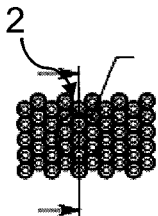
**FIG. 2a**



**FIG. 2b**



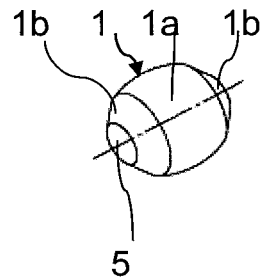
**FIG. 2c**



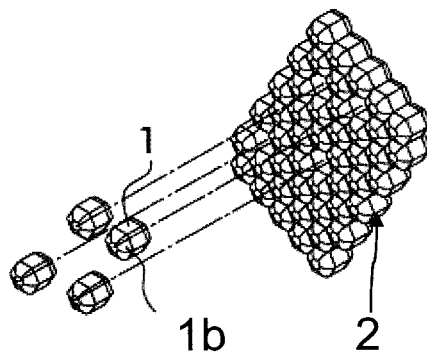
**FIG. 3a**



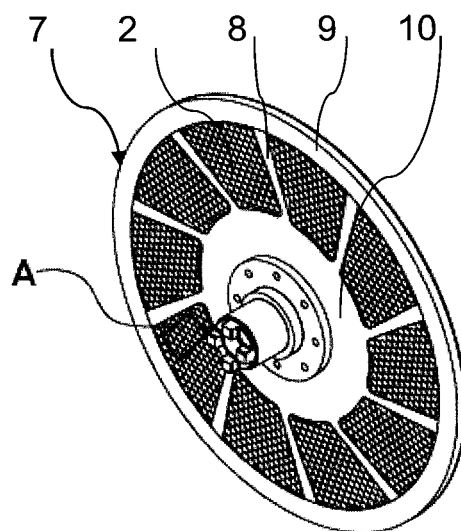
**FIG. 3b**



**FIG. 3c**



**FIG. 4**



**FIG. 5**

# 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**

GB 733 513 A (JEAN PIERRE GRAF; GUY HARRY GERARD DEPATY; JEAN VILAIN) 13 juillet 1955  
(1955-07-13)

US 3 170 987 A (O'BRIEN DONALD F) 23 février 1965 (1965-02-23)

WO 2017/098094 A1 (WHYLOT SAS [FR]) 15 juin 2017 (2017-06-15)

FR 3 031 848 A1 (WHYLOT [FR]) 22 juillet 2016 (2016-07-22)

US 2011/080065 A1 (WATANABE NAOKI [JP] ET AL) 7 avril 2011 (2011-04-07)

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

NEANT

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

NEANT