

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 20.12.13.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 26.06.15 Bulletin 15/26.

56 Liste des documents cités dans le rapport de
recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du
présent fascicule*

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : SAVE INGENIERIE Société par
actions simplifiée — FR.

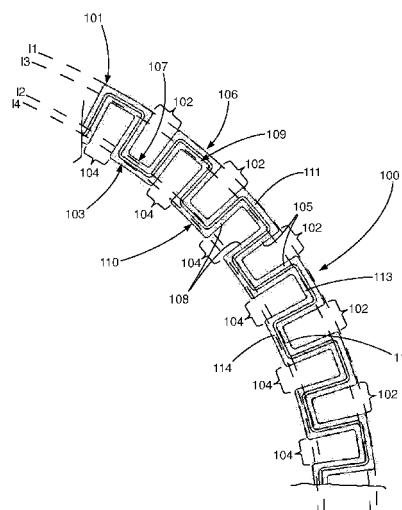
72 Inventeur(s) : PERRIERE BERNARD.

73 Titulaire(s) : SAVE INGENIERIE Société par actions
simplifiée.

74 Mandataire(s) : NOVAIMO.

54 ELEMENT DE MACHINE ELECTROMAGNETIQUE A CIRCUITS ELECTROMAGNETIQUES OPTIMISES
INTEGRES A DES PISTES SOUS FORME DE LIGNES CRENELEES ANNULAIRES.

57 Un élément de machine électromagnétique (100) comporte au moins une première piste (101) électriquement conductrice se présentant sous la forme d'une ligne crénelée annulaire de sorte à former une première pluralité de circuits électromagnétiques (102) aptes à interagir avec au moins un élément magnétique de la machine électromagnétique. En outre, il comporte aussi au moins une deuxième piste (103) électriquement conductrice agencée sous la forme d'une ligne crénelée annulaire de sorte à former une deuxième pluralité de circuits électromagnétiques (104) aptes à interagir avec au moins un élément magnétique de la machine électromagnétique, ladite deuxième piste (103) étant formée le long de ladite première piste (101) correspondante et de telle sorte que les circuits (104) de la deuxième pluralité de circuits électromagnétiques soient chacun disposé entre deux circuits (102) successifs de la première pluralité de circuits électromagnétiques.



Élément de machine électromagnétique à circuits électromagnétiques optimisés intégrés à des pistes sous forme de lignes crénelées annulaires

5

Domaine technique de l'invention

L'invention concerne le domaine des machines électromagnétiques dites
10 « tournantes », c'est-à-dire équipées d'un rotor et d'un stator.

L'invention a pour objet plus particulièrement un élément de machine électromagnétique, formant notamment stator ou rotor, de nouvelle conception.

15

État de la technique

Dans le domaine de l'électromagnétisme, et notamment des machines
20 tournantes, il est usuel d'utiliser un stator comportant une pluralité de bobines formées chacune d'un enroulement de spires dans lesquelles un courant est induit lorsque le rotor associé au stator et muni d'aimants est mis en rotation. Le courant généré est alors fonction des bobines utilisées et des aimants utilisés. L'enroulement des bobines est réalisé
25 selon un axe sensiblement perpendiculaire à une face polaire d'un aimant du rotor.

Les bobines ne permettent pas de maximiser l'interaction entre un aimant et une bobine associée. De plus, le bobinage d'une bobine est long à
30 réaliser.

Relier des bobines entre elles dans le cadre d'un stator miniaturisé est une étape fastidieuse dans le cadre de la réalisation du stator.

5

Objet de l'invention

Le but de la présente invention est de proposer une solution qui remédie à tout ou partie des inconvénients listés ci-dessus.

10

On tend vers ce but notamment grâce à un élément de machine électromagnétique, formant notamment stator ou rotor, comportant :

- au moins une première piste électriquement conductrice se présentant sous la forme d'une ligne crénelée annulaire de sorte à former une première pluralité de circuits électromagnétiques aptes à interagir avec au moins un élément magnétique de la machine électromagnétique, 15
- au moins une deuxième piste électriquement conductrice agencée sous la forme d'une ligne crénelée annulaire de sorte à former une deuxième pluralité de circuits électromagnétiques aptes à interagir avec au moins un élément magnétique de la machine électromagnétique, ladite deuxième piste étant formée le long de ladite première piste correspondante et de telle sorte que les circuits de la deuxième pluralité de circuits électromagnétiques soient chacun disposé entre deux circuits successifs de la première pluralité de circuits électromagnétiques. 20 25

Préférentiellement, ladite au moins une première piste comporte une pluralité de flancs transversaux électriquement conducteurs s'étendant chacun entre un premier bord latéral discontinu de la première piste et un deuxième bord latéral discontinu de la première piste, chaque circuit de
5 la première pluralité de circuits électromagnétiques comportant un couple de flancs transversaux adjacents de la première piste, et ladite au moins une deuxième piste comporte une pluralité de flancs transversaux électriquement conducteurs s'étendant chacun entre un troisième bord latéral discontinu de la deuxième piste et un quatrième bord latéral
10 discontinu de la deuxième piste, chaque circuit de la deuxième pluralité de circuits électromagnétiques comportant un couple de flancs transversaux adjacents de la deuxième piste, notamment le troisième bord latéral discontinu est situé entre les premier et deuxième bords latéraux discontinus et le deuxième bord latéral discontinu est situé entre
15 les troisième et quatrième bords discontinus.

Par exemple :

- le premier bord latéral discontinu est formé par une pluralité de premiers segments électriquement conducteurs reliant chacun deux flancs transversaux de la première piste,
- 20 - le deuxième bord latéral discontinu est formé par une pluralité de deuxièmes segments électriquement conducteurs reliant chacun deux flancs transversaux de la première piste,
- le troisième bord latéral discontinu est formé par une pluralité de troisièmes segments électriquement conducteurs reliant chacun
25 deux flancs transversaux de la deuxième piste,

- le quatrième bord latéral discontinu est formé par une pluralité de quatrièmes segments électriquement conducteurs reliant chacun deux flancs transversaux de la deuxième piste,

et les premiers et quatrièmes segments présentent chacun une longueur
5 supérieure à celles de chacun des deuxièmes et troisièmes segments.

En outre, l'élément peut comporter un empilement de premières pistes et un empilement de deuxièmes pistes, notamment s'étendant dans des directions parallèles.

10 L'invention est aussi relative à une machine électromagnétique comprenant au moins un premier élément, notamment formant stator, tel que décrit et un deuxième élément, notamment formant rotor, muni d'au moins un élément magnétique agencé de telle sorte à interagir avec les circuits du premier élément lors d'un mouvement relatif de rotation entre les premier et deuxième éléments.

15 De préférence, chaque élément magnétique du deuxième élément est situé de telle sorte à interagir, au cours d'une révolution complète de l'un des premier ou deuxième éléments autour d'un axe de rotation associé, avec chaque circuit de ladite au moins une première piste et/ou avec chaque circuit de ladite au moins une deuxième piste.

20 Selon une mise en œuvre particulière, chaque élément magnétique présente, notamment parallèlement au pistes conductrices, une section telle que en tout instant du mouvement relatif de rotation, ledit élément magnétique ne vient en regard d'au plus deux flancs transversaux d'un couple de première et deuxième pistes.

Préférentiellement, la machine présente une configuration de recouvrement dans laquelle chaque circuit de la première pluralité de circuits électromagnétiques et de la deuxième pluralité de circuits électromagnétiques est en regard d'un élément magnétique correspondant.

En outre, la machine peut comporter deux premiers éléments, préférentiellement identiques, disposés de part et d'autre du deuxième élément selon un axe de rotation associé au mouvement relatif de rotation. Selon un perfectionnement, la machine peut comporter deux éléments additionnels tels que décrits (comprenant les pistes) entourant radialement le deuxième élément.

Le premier élément peut être disposé de telle sorte qu'il entoure le deuxième élément.

La machine peut comporter une configuration de fonctionnement dans laquelle l'interaction de chaque élément magnétique avec au moins un circuit correspondant du premier élément permet une génération d'un courant électrique au sein dudit circuit correspondant.

La machine peut aussi comporter une configuration de fonctionnement dans laquelle les circuits interagissent avec au moins un élément magnétique en vue de générer le mouvement relatif de rotation.

Selon une réalisation particulière, le deuxième élément comporte une pluralité d'élément magnétiques agencés de telle sorte à présenter, face au premier élément, alternativement un pôle positif et un pôle négatif de telle sorte que, au cours du mouvement relatif de rotation, lorsque tous les circuits de la première pluralité de circuits électromagnétiques sont

chacun en interaction avec des pôles positifs, tous les circuits de la deuxième pluralité de circuits électromagnétiques sont chacun en interaction avec des pôles négatifs.

De préférence, au cours du mouvement relatif de rotation, ledit au moins
5 un élément magnétique, ou chacun des éléments magnétiques, ne vient jamais en regard des premier, deuxième, troisième et quatrième bords discontinus.

L'invention est aussi relative à une turbine comprenant une machine électromagnétique telle que décrite dans laquelle le deuxième élément
10 forme un rotor apte à être mis en rotation par un fluide.

Description sommaire des dessins

D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus clairement de la description qui va suivre de modes particuliers de réalisation de
15 l'invention donnés à titre d'exemples non limitatifs et représentés sur les dessins annexés, dans lesquels :

- la figure 1 est une vue de face d'un élément de machine électromagnétique selon un mode d'exécution de l'invention notamment destiné à être utilisé pour récupérer un flux
20 magnétique axial,
- la figure 2 est une vue partielle de la figure 1 montrant un agrandissement local de l'élément de machine électromagnétique,
- la figure 3 est une vue de côté d'un élément de machine électromagnétique selon un autre mode d'exécution de l'invention
25 notamment destiné à être utilisé pour récupérer un flux magnétique radial,

- la figure 4 est une vue en perspective d'une machine électromagnétique selon un mode d'exécution de l'invention,
- la figure 5 illustre une vue agrandie d'une partie de la figure 4,
- la figure 6 illustre une machine électromagnétique formant une turbine,
- les figures 7 et 8 illustrent des variantes de réalisation de la machine électromagnétique.

10 Description de modes préférentiels de l'invention

L'élément formant rotor ou stator décrit ci-après diffère de l'état de la technique en ce que les bobines sont remplacées par des pistes crénelées préférentiellement sensiblement plates.

- 15 Comme illustré aux figures 1 et 2, l'élément 100 de machine électromagnétique, formant notamment stator ou rotor, comporte au moins une première piste 101 électriquement conductrice se présentant sous la forme d'une ligne crénelée annulaire de sorte à former une première pluralité de circuits électromagnétiques 102 aptes à interagir
- 20 avec au moins un élément magnétique (non représenté aux figures 1 et 2) de la machine électromagnétique. L'élément 100 comporte en outre au moins une deuxième piste 103 électriquement conductrice agencée sous la forme d'une ligne crénelée annulaire de sorte à former une deuxième pluralité de circuits électromagnétiques 104 aptes à interagir avec au
- 25 moins un élément magnétique de la machine électromagnétique. Ladite deuxième piste 103 est formée le long de ladite première piste 101 correspondante et de telle sorte que les circuits 104 de la deuxième pluralité de circuits électromagnétiques soient chacun disposé entre deux

circuits successifs 102 de la première pluralité de circuits électromagnétiques.

On comprend alors que la machine électromagnétique peut comporter une pluralité d'éléments magnétiques. Chaque élément magnétique est
5 avantageusement un aimant dipolaire. C'est-à-dire un aimant comprenant une face nord et une face sud, les lignes de champs issues du champ magnétique de l'aimant s'étendant entre les pôles nord et sud dudit aimant.

Par « circuit électromagnétique », on entend ici un circuit se comportant
10 de manière similaire à une spire d'une bobine dans le cadre de son interaction avec un élément magnétique tel un aimant dipolaire. En fait, le circuit peut être un induit dans lequel est généré du courant électrique lors de l'interaction avec l'élément magnétique dans le cadre d'une machine électromagnétique fonctionnant tel un générateur de courant
15 électrique. Alternativement, le circuit peut générer un champ magnétique par application volontaire d'un courant électrique traversant ledit circuit, lors de l'interaction avec le ou les élément(s) magnétique(s), la machine électromagnétique fonctionne alors comme un moteur.

La machine électromagnétique est typiquement une machine tournante
20 comprenant un stator et un rotor. La machine électromagnétique pourra être de type à flux magnétique axial (préférentiellement au moins une partie des éléments magnétiques dipolaires est alors agencée de telle sorte que l'axe passant par les deux pôles magnétiques de chacun des éléments magnétiques de ladite au moins une partie des éléments
25 magnétiques est parallèle à un axe de rotation A1 du rotor de la machine électromagnétique et les pistes sont agencées de telle sorte à faire face

à un pôle de chaque élément magnétique) et/ou à flux magnétique radial (préférentiellement au moins une partie des éléments magnétiques dipolaires est alors située de telle sorte que l'axe passant par les deux pôles magnétiques de chacun des éléments magnétiques de ladite au

5 moins une partie des éléments magnétiques est perpendiculaire à un axe de rotation A1 du rotor de la machine électromagnétique et les pistes sont agencées de telle sorte à faire face à un pôle de chaque élément magnétique, alternativement les axes des éléments magnétiques sont similaires à ceux du flux magnétique axial mais les pistes seront

10 agencées de telle sorte à interagir avec les lignes de champs entre les deux pôles magnétiques de chaque élément magnétique).

Avantageusement, un couple de pistes comportant une première piste et une deuxième piste est tel que les première et deuxième pistes sont avantageusement incluses dans une même surface, préférentiellement

15 plane (par exemple dans le plan des figures 1 et 2) en vue d'exploiter un flux magnétique axial, ou cylindrique à section circulaire (figure 3) en vue d'exploiter un flux magnétique radial.

Préférentiellement, les première et deuxième pistes sont conformées (en tout ou partie) sous la forme d'une bande présentant une section, dans

20 un plan perpendiculaire à l'allongement au moins local de la bande, carrée ou rectangulaire. La bande comporte alors une face principale, destinée faire face à un ou plusieurs éléments magnétiques, perpendiculaire à la direction orientant l'épaisseur de la bande. Les dimensions transversales de la face principale de la bande selon son

25 allongement au moins local, préférentiellement en tout point de la piste concernée, sont supérieures à la dimension définissant l'épaisseur de la bande.

Selon une mise en œuvre particulière, ladite au moins une première piste 101 comporte une pluralité de flancs transversaux 105 électriquement conducteurs s'étendant chacun entre un premier bord latéral discontinu 106 (conformé selon la ligne en pointillés l_1 sur la figure 2) de la première

5 piste 101 et un deuxième bord latéral discontinu 107 (conformé selon la ligne en pointillés l_2 sur la figure 2) de la première piste 101. Chaque circuit 102 de la première pluralité de circuits électromagnétiques comporte un couple de flancs transversaux adjacents 105 de la première

10 piste 101. En outre, ladite au moins une deuxième piste 103 comporte une pluralité de flancs transversaux 108 électriquement conducteurs s'étendant chacun entre un troisième bord latéral discontinu 109 (conformé selon la ligne en pointillés l_3 sur la figure 2) de la deuxième

15 piste 103 et un quatrième bord latéral discontinu 110 (conformé selon la ligne en pointillés l_4 sur la figure 2) de la deuxième piste 103. Chaque circuit 104 de la deuxième pluralité de circuits électromagnétiques comporte un couple de flancs transversaux 108 adjacents de la

deuxième piste 103. Les bords latéraux discontinus sont bien entendu électriquement conducteurs.

On comprend que, pour chaque piste, la bande décrite ci-avant peut

20 comporter un allongement au moins local pour chaque bord discontinu et chaque flanc transversal.

De préférence, au moins les flancs transversaux des première et deuxième pistes 101, 103 présentent une section carrée ou rectangulaire en forme de barreau. Cette forme de section permet de maximiser le

25 résultat de l'interaction entre un circuit et un élément magnétique lors de son passage en regard du circuit. Les bords latéraux discontinus servant de simple conducteur électrique, leurs sections peuvent être circulaires ou carrées ou rectangulaires.

Les première et deuxième pistes 101, 103 sont avantageusement dimensionnées de telle sorte que chaque flanc transversal ne fait partie que d'un seul circuit. Autrement dit, chaque circuit est séparé d'un circuit adjacent d'une même piste d'une distance telle que le, ou les, élément(s)
5 magnétique(s) ne puissent pas être en regard de deux flancs transversaux adjacents de deux circuits distincts de la même piste. Dans le cas contraire, des effets parasites pourrait diminuer ou rendre nul le rendement de la machine électromagnétique.

Sur l'exemple de réalisation des figures 1 à 3, le troisième bord latéral
10 discontinu 109 est situé entre les premier et deuxième bords latéraux discontinus 106 et 107, et le deuxième bord latéral discontinu 107 est situé entre les troisième et quatrième bords discontinus 109 et 110.

Selon une description plus détaillée, le premier bord latéral discontinu 106 est formé par une pluralité de premiers segments 111 électriquement
15 conducteurs reliant chacun deux flancs transversaux 105 de la première piste 101. Le deuxième bord latéral discontinu 107 est formé par une pluralité de deuxièmes segments 112 électriquement conducteurs reliant chacun deux flancs transversaux 105 de la première piste 101. Le troisième bord latéral discontinu 109 est formé par une pluralité de
20 troisièmes segments 113 électriquement conducteurs reliant chacun deux flancs transversaux 108 de la deuxième piste 103. Le quatrième bord latéral discontinu 110 est formé par une pluralité de quatrièmes segments 114 électriquement conducteurs reliant chacun deux flancs transversaux 108 de la deuxième piste 103. Les premiers et quatrièmes
25 segments (111, 114) présentent chacun une longueur supérieure à celle de chacun des deuxièmes et troisièmes segments (112, 113). Plus généralement, cette condition sur les longueurs des segments permet aux flancs transversaux adjacents de deux circuits adjacents (c'est-à-dire

directement reliés par un premier segment dans le cadre de la première piste ou par un quatrième segment dans le cadre de la troisième piste) de ne pas former un circuit électromagnétique au sens tel que défini ci-dessus. Autrement dit, l'élément magnétique ne pourra pas interagir avec
5 les flancs transversaux de deux circuits adjacents d'une même piste. Une telle interaction induirait des effets parasites réduisant, ou annulant, le rendement de la machine électromagnétique.

On comprend alors que la forme en ligne crénelée annulaire de la première piste est conférée par le fait que pour chaque flanc transversal
10 de la première piste, hors les flancs transversaux des extrémités de la première piste, ledit flanc transversal est relié d'une part à un flanc transversal précédent par un premier segment et d'autre part à un flanc transversal suivant par un deuxième segment. Dans ce paragraphe, les termes première piste, premier segment et deuxième segment peuvent
15 être remplacés respectivement par deuxième piste, troisième segment et quatrième segment.

Selon une mise en œuvre permettant de tirer au mieux parti de l'interaction entre un rotor et un stator de la machine électromagnétique, l'élément comporte un empilement de premières pistes et un empilement
20 de deuxièmes pistes. Notamment, les empilements s'étendent dans des directions parallèles. Bien entendu, pour éviter tout court-circuit électrique, deux pistes d'un même empilement sont séparées par un isolant électrique.

Dans le cadre d'une machine électromagnétique à flux magnétique axial,
25 les empilements visés ci-dessus le sont selon un axe de rotation du rotor de la machine électromagnétique. Dans le cadre d'une machine

électromagnétique à flux magnétique radial, les empilements visés ci-dessus le sont selon une direction perpendiculaire à un axe de rotation du rotor de la machine électromagnétique.

Selon un premier exemple, dans le cadre d'une machine
5 électromagnétique à flux magnétique radial, les premier, deuxième, troisième et quatrième bords latéraux discontinus d'une première piste et d'une deuxième piste associée, sont inclus chacun respectivement le long d'un premier cercle, d'un deuxième cercle, d'un troisième cercle et d'un quatrième cercle. Lesdits premier, deuxième, troisième et quatrième
10 cercles sont échelonnés le long d'un même axe (formant notamment l'axe de rotation du rotor de la machine électromagnétique) et ont chacun un rayon de même longueur.

Selon un deuxième exemple, dans le cadre d'une machine
électromagnétique à flux magnétique axial, les premier, deuxième,
15 troisième et quatrième bords latéraux discontinus d'une première piste et d'une deuxième piste associée, sont inclus chacun respectivement le long d'un premier cercle, d'un deuxième cercle, d'un troisième cercle et d'un quatrième cercle. Lesdits premier, deuxième, troisième et quatrième cercles sont inclus dans un même plan et ont un même centre
20 (notamment par lequel peut passer l'axe de rotation du rotor de la machine électromagnétique). Dans cet exemple le rayon du premier cercle est supérieur au rayon du troisième cercle, lui-même supérieur au rayon du deuxième cercle, lui-même supérieur au rayon du quatrième cercle.

25 Préférentiellement, l'élément visé ci-avant et comportant les première et deuxième pistes est un stator de la machine électromagnétique.

- On comprend alors que l'invention est aussi relative à une machine électromagnétique, telle qu'illustrée aux figures 4 et 5, comprenant au moins un premier élément 100, notamment formant stator, tel que décrit précédemment, et un deuxième élément 200, notamment formant rotor,
- 5 muni d'au moins un élément magnétique 201 agencé de telle sorte à interagir avec les circuits (les circuits de la première pluralité de circuits et de la deuxième pluralité de circuits électromagnétiques) du premier élément 100 lors d'un mouvement relatif de rotation entre les premier 100 et deuxième 200 éléments.
- 10 Par mouvement relatif de rotation entre les premier et deuxième éléments 100, 200, on entend qu'il existe un axe de rotation A1 (visible aux figures 1, 3, 4 et 6) autour duquel tourne l'un desdits premier et deuxième éléments alors, que l'autre desdits premier et deuxième éléments reste fixe.
- 15 Sur la figure 5, le premier élément 100 comporte un empilement de premières piste 101 et de deuxièmes pistes 103. Bien entendu il ne s'agit que d'un exemple particulier, en effet une unique première piste 101 et une unique deuxième piste 103 auraient tout aussi bien pu être utilisées.
- En particulier, le deuxième élément 200 peut comporter au moins une
- 20 pale 202 comme illustré à la figure 6. Dès lors, le deuxième élément 200 forme un rotor de la machine électromagnétique et le premier élément 100 forme le stator de la machine électromagnétique. Dans l'exemple de la figure 6, une pluralité de pales 202 forme une hélice du rotor. Les hélices s'étendent alors entre l'axe de rotation A1 du rotor et un anneau
- 25 externe du rotor portant (ou formé par) des éléments magnétiques destinés à interagir avec les circuits du premier élément 100.

On comprend alors que de manière générale, une turbine peut comprendre une machine électromagnétique telle que décrite et dans laquelle le deuxième élément 200 forme un rotor apte à être mis en rotation par un fluide. Le premier élément 100 forme alors le stator de la machine électromagnétique. La turbine peut alors être une éolienne (le fluide est alors de l'air) ou une hydrolienne (le fluide est alors un liquide).

En particulier, le deuxième élément 200 comporte une pluralité d'éléments magnétiques 201 avantageusement tels que décrits ci-avant. Chaque élément magnétique 201 est alors disposé de telle sorte que lors du mouvement de rotation il coopère avec les différents circuits du premier élément 100.

Autrement dit, selon une mise en œuvre, chaque élément magnétique 201 du deuxième élément 200 est situé de telle sorte à interagir, au cours d'une révolution complète de l'un des premier ou deuxième élément 100, 200 autour d'un axe de rotation associé (de préférence une révolution complète du deuxième élément 200 formant rotor autour de son axe de rotation A1), avec chaque circuit 102 de ladite au moins une première piste 101 et/ou avec chaque circuit 104 de ladite au moins une deuxième piste 103. Ceci permet d'assurer un rendement amélioré tant en mode moteur qu'en mode générateur de la machine électromagnétique.

De préférence, la machine électromagnétique est telle que chaque élément magnétique 201 présente, notamment parallèlement aux pistes conductrices, une section telle que en tout instant du mouvement relatif de rotation, ledit élément magnétique 201 ne vient en regard d'au plus deux flancs transversaux d'un couple de première et deuxième pistes. Autrement dit, au cours du mouvement relatif de rotation, une face de

l'élément magnétique 201 définissant un pôle magnétique (nord ou sud) dudit élément magnétique 201 passe en regard de chaque circuit du premier élément (ceci étant notamment vrai pour chaque élément magnétique), et cette face est dimensionnée de telle manière qu'elle ne recouvre jamais plus de deux flancs transversaux 105, 108 d'un couple de première et deuxième pistes du premier élément 100.

Lorsqu'un élément magnétique 201, ou une face de ce dernier, vient en regard de deux flancs latéraux au cours de sa rotation, on entend qu'il existe alors un entrefer selon l'axe de rotation (par selon l'axe de rotation on entend parallèle en cas de flux magnétique axial et perpendiculaire en cas de flux magnétique radial) entre ledit élément magnétique et les deux flancs latéraux concernés.

Ainsi, en tout instant de la rotation d'un des éléments magnétiques, les deux flancs transversaux chevauchés par ledit élément magnétique appartiennent : soit à la première piste, soit à la deuxième piste, soit aux première et deuxième pistes.

Préférentiellement, et toujours dans l'expectative d'améliorer et/ou de maximiser le rendement de la machine électromagnétique, au cours du mouvement relatif de rotation, ledit au moins un élément magnétique ou chacun des éléments magnétiques 201 ne vient jamais en regard des premier, deuxième, troisième et quatrième bords discontinus 106, 107, 109, 110. Autrement dit, au cours de la rotation du rotor, la face de l'élément magnétique définissant un pôle magnétique (nord ou sud) dudit élément magnétique 201 passe en regard de chaque circuit du premier élément (ceci étant notamment vrai pour chaque élément magnétique)

sans jamais être en regard des bords discontinus des première et deuxième pistes.

En vue d'optimiser le rendement de la machine électromagnétique, les première(s) et deuxième(s) pistes sont adaptées à la forme de l'élément magnétique (ou des éléments magnétiques), notamment aux dimensions de la face de l'élément magnétique 201 (formant notamment un pôle magnétique) en regard du premier élément 100 lors du mouvement de rotation. En particulier, les faces de tous les éléments magnétiques disposées en regard du premier élément ont toutes les mêmes dimensions et sont telles qu'elles respectent les conditions de chevauchement tels que décrites. La forme de la face peut alors être carrée, rectangulaire, ou encore trapézoïdale.

Ainsi, de manière générale applicable à tout ce qui a été dit précédemment, la forme en ligne crénelée n'implique pas la présence de flancs transversaux parallèles entre eux. Le crénelage de la ligne peut être tel que les créneaux ont une forme tendant vers le oméga ou le sinus. En particulier, les flancs transversaux peuvent chacun s'étendre le long de rayons différents d'un même cercle.

Selon une mise en œuvre particulière, la machine électromagnétique présente une configuration de recouvrement dans laquelle chaque circuit 102, 104 de la première pluralité de circuits électromagnétiques et de la deuxième pluralité de circuits électromagnétiques est en regard d'un élément magnétique 201 correspondant. Autrement dit, on a autant d'éléments magnétiques que de circuits électromagnétiques contenus dans un couple de première et deuxième pistes. Ceci permettant un rendement maximisé de la machine électromagnétique.

Préférentiellement, les éléments magnétique 201 sont agencés comme illustré à la figure 4, c'est-à-dire de sorte à former un anneau magnétique fermé. Autrement dit, le deuxième élément 200 peut comporter une pluralité d'éléments magnétiques 201 échelonnés, notamment à
5 intervalles réguliers, le long d'une ligne annulaire (formant par exemple un cercle) centrée sur l'axe de rotation A1.

En particulier, le deuxième élément 200 comporte une pluralité d'élément magnétiques 201 agencés de telle sorte à présenter, face au premier élément 100, alternativement un pôle positif et un pôle négatif de telle
10 sorte que, au cours du mouvement relatif de rotation, lorsque tous les circuits de la première pluralité de circuits électromagnétiques sont chacun en interaction avec des pôles positifs, tous les circuits de la deuxième pluralité de circuits électromagnétiques sont chacun en interaction avec des pôles négatifs. Par ailleurs, au cours du mouvement
15 relatif de rotation, lorsque tous les circuits de la première pluralité de circuits électromagnétiques sont chacun en interaction avec des pôles négatifs, tous les circuits de la deuxième pluralité de circuits électromagnétiques sont chacun en interaction avec des pôles positifs. Comme évoqué précédemment, la machine électromagnétique peut
20 fonctionner en mode moteur ou générateur. Ainsi, la machine électromagnétique peut comporter une configuration de fonctionnement dans laquelle l'interaction de chaque élément magnétique 201 avec au moins un circuit correspondant du premier élément 100 permet une génération d'un courant électrique au sein dudit circuit correspondant. En
25 outre, la machine électromagnétique peut comporter, alternativement ou en combinaison avec le mode de génération de courant, une configuration de fonctionnement dans laquelle les circuits (ou au moins un circuit) interagissent avec au moins un élément magnétique 201 en vue de générer le mouvement relatif de rotation.

Afin d'optimiser le rendement en profitant des deux faces (autrement dit des deux pôles opposés) des éléments magnétiques, la machine électromagnétique peut comporter, comme illustré schématiquement à la figure 7, deux premiers éléments 100a, 100b, préférentiellement identiques, tels que décrits et disposés de part et d'autre du deuxième élément 200 selon un axe de rotation A1 associé au mouvement relatif de rotation. Préférentiellement, ici l'élément 200 forme le rotor et les éléments 100a, 100b forment deux stators. Ici, l'un des deux premiers éléments est configuré de sorte à faire face à l'un des pôles magnétiques d'un élément magnétique au cours du mouvement relatif de rotation tandis que l'autre des deux premiers éléments est configuré de sorte à faire face à l'autre des pôles magnétiques dudit élément magnétique.

Selon un perfectionnement possible, la machine électromagnétique peut aussi comporter, notamment en plus des deux premiers éléments 100a, 100b, un deux éléments additionnels 100c 100d (figure 7) formés chacun par un autre élément de machine électromagnétique tel que décrit (c'est-à-dire comportant des première(s) et deuxième(s) pistes) et entourant radialement le deuxième élément 200. Dans ce cas, l'un des éléments additionnels 100c est configuré de sorte à interagir avec un premier pôle magnétique d'un élément magnétique tandis que l'autre des éléments additionnel est configuré de sorte à interagir avec un deuxième pôle magnétique (opposé au premier pôle) dudit élément magnétique. Le plan P1 est ici perpendiculaire à l'axe de rotation A1 du rotor formé préférentiellement par l'élément 200. Ceci permet notamment d'utiliser les lignes de champs entre les deux pôles magnétiques opposés d'un même élément magnétique en vue de générer encore plus de courant électrique.

Selon une variante illustrée à la figure 8, le premier élément 100 est disposé de telle sorte qu'il entoure le deuxième élément 200. Autrement dit, les premier et deuxième éléments 100, 200 sont inclus dans un même plan P1 qui est aussi le plan de rotation notamment du deuxième
5 élément 200 c'est-à-dire perpendiculaire à l'axe A1 de rotation. Dans ce cas, chaque élément magnétique présente un pôle magnétique face audit premier élément 100, et préférentiellement l'autre pôle magnétique est monté sur un anneau 220 en acier.

De manière générale applicable à tout ce qui a été dit ci-avant, les
10 première et deuxième pistes peuvent être formées en cuivre. De telles pistes peuvent aisément être réalisées par emboutissage, découpage. En outre, la forme finale est directement obtenue sans de longues et fastidieuses étapes de soudure comme dans le cadre des bobines de l'art antérieur.

15 Préférentiellement, et de manière applicable à tout ce qui a été dit ci-dessus, chacun des flancs transversaux des première et/ou deuxième pistes sont droits, tandis que les segments reliant deux flancs transversaux adjacents d'une même piste sont incurvés.

Par ailleurs, en vue d'améliorer le rendement de la machine
20 électromagnétique, l'homme du métier pourra ajouter à chaque élément comportant les première et deuxième pistes crénelées des masses de matériau magnétique permettant de concentrer les flux. Par exemple, l'élément comportant les première et deuxième pistes crénelées pourra comporter un ou plusieurs noyaux magnétiques agencés de telle sorte
25 que les première et deuxième pistes soient disposées entre chaque élément magnétique et tout ou partie du, ou des, noyaux magnétiques.

En particulier, les masses de matériau magnétique, ou une partie de ces masses, peuvent être disposées entre chaque flanc transversal d'un circuit électromagnétique. Les masses de matériau magnétique peuvent être disposées de telle sorte à diminuer le couple magnétique résiduel.

REVENDEICATIONS

1. Élément de machine électromagnétique (100), formant notamment
5 stator ou rotor, comportant :

- au moins une première piste (101) électriquement conductrice se
présentant sous la forme d'une ligne crénelée annulaire de sorte à
former une première pluralité de circuits électromagnétiques (102)
aptes à interagir avec au moins un élément magnétique de la
10 machine électromagnétique,

- au moins une deuxième piste (103) électriquement conductrice
agencée sous la forme d'une ligne crénelée annulaire de sorte à
former une deuxième pluralité de circuits électromagnétiques
(104) aptes à interagir avec au moins un élément magnétique de
15 la machine électromagnétique, ladite deuxième piste (103) étant
formée le long de ladite première piste (101) correspondante et de
telle sorte que les circuits (104) de la deuxième pluralité de circuits
électromagnétiques soient chacun disposé entre deux circuits
(102) successifs de la première pluralité de circuits
20 électromagnétiques.

2. Élément selon la revendication précédente, caractérisé en ce que
ladite au moins une première piste (101) comporte une pluralité de flancs
transversaux électriquement conducteurs s'étendant chacun entre un
premier bord latéral discontinu (106) de la première piste (101) et un
25 deuxième bord latéral discontinu (107) de la première piste (101), chaque
circuit (102) de la première pluralité de circuits électromagnétiques
comportant un couple de flancs transversaux (105) adjacents de la

première piste (101), et en ce que ladite au moins une deuxième piste (103) comporte une pluralité de flancs transversaux (108) électriquement conducteurs s'étendant chacun entre un troisième bord latéral discontinu (109) de la deuxième piste (103) et un quatrième bord latéral discontinu (110) de la deuxième piste (103), chaque circuit (104) de la deuxième pluralité de circuits électromagnétiques comportant un couple de flancs transversaux (108) adjacents de la deuxième piste (103), notamment le troisième bord latéral (109) discontinu est situé entre les premier et deuxième bords latéraux discontinus (106, 107) et le deuxième bord latéral discontinu (107) est situé entre les troisième et quatrième bords discontinus (109, 110).

3. Élément selon la revendication 2, caractérisé en ce que :

- le premier bord latéral discontinu (106) est formé par une pluralité de premiers segments (111) électriquement conducteurs reliant chacun deux flancs transversaux (105) de la première piste (101),
- le deuxième bord latéral discontinu (107) est formé par une pluralité de deuxièmes segments (112) électriquement conducteurs reliant chacun deux flancs transversaux (105) de la première piste (101),
- le troisième bord latéral discontinu (109) est formé par une pluralité de troisièmes segments (113) électriquement conducteurs reliant chacun deux flancs transversaux (108) de la deuxième piste (103),

- le quatrième bord latéral discontinu (110) est formé par une pluralité de quatrièmes segments (114) électriquement conducteurs reliant chacun deux flancs transversaux (108) de la deuxième piste (103),
- 5 et en ce que les premiers et quatrièmes segments (111, 114) présentent chacun une longueur supérieure à celles de chacun des deuxième et troisième segments (112, 113).
4. Élément selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comporte un empilement de premières pistes et un
10 empilement de deuxième pistes, notamment s'étendant dans des directions parallèles.
5. Machine électromagnétique comprenant au moins un premier élément (100), notamment formant stator, selon l'une des revendications précédentes et un deuxième élément (200), notamment formant rotor,
15 muni d'au moins un élément magnétique (201) agencé de telle sorte à interagir avec les circuits du premier élément (100) lors d'un mouvement relatif de rotation entre les premier et deuxième éléments (100, 200).
6. Machine selon la revendication précédente, caractérisée en ce que chaque élément magnétique (201) du deuxième élément (200) est
20 situé de telle sorte à interagir, au cours d'une révolution complète de l'un des premier ou deuxième éléments (100, 200) autour d'un axe de rotation associé, avec chaque circuit (102) de ladite au moins une première piste (101) et/ou avec chaque circuit (104) de ladite au moins une deuxième piste (103).

7. Machine selon l'une des revendications 5 ou 6 dans laquelle le premier élément est conformé selon la revendication 2 et l'une des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que chaque élément magnétique (201) présente, notamment parallèlement aux pistes conductrices, une section telle que en tout instant du mouvement relatif de rotation, ledit élément magnétique (201) ne vient en regard d'au plus deux flancs transversaux d'un couple de première et deuxième pistes (101,103).

8. Machine selon l'une des revendications 5 à 7, caractérisée en ce qu'elle présente une configuration de recouvrement dans laquelle chaque circuit (102, 104) de la première pluralité de circuits électromagnétiques et de la deuxième pluralité de circuits électromagnétiques est en regard d'un élément magnétique (201) correspondant.

9. Machine selon l'une des revendications 5 à 8, caractérisée en ce qu'elle comporte deux premiers éléments (100a, 100b), préférentiellement identiques, selon l'une des revendications 1 à 4, disposés de part et d'autre du deuxième élément (200) selon un axe de rotation (A1) associé au mouvement relatif de rotation.

10. Machine selon la revendication précédente, caractérisée en ce qu'elle comporte deux éléments additionnels (100c, 100d) selon l'une des revendications 1 à 4 entourant radialement le deuxième élément (200).

11. Machine selon l'une des revendications 5 à 8, caractérisée en ce que le premier élément (100) est disposé de telle sorte qu'il entoure le deuxième élément (200).

12. Machine selon l'une des revendications 5 à 11, caractérisée en ce qu'elle comporte une configuration de fonctionnement dans laquelle

l'interaction de chaque élément magnétique (201) avec au moins un circuit correspondant du premier élément (100) permet une génération d'un courant électrique au sein dudit circuit correspondant.

13. Machine selon l'une des revendications 5 à 12, caractérisée en ce qu'elle comporte une configuration de fonctionnement dans laquelle les circuits interagissent avec au moins un élément magnétique (201) en vue de générer le mouvement relatif de rotation.

14. Machine selon l'une quelconque des revendications 5 à 13, caractérisée en ce que le deuxième élément (200) comporte une pluralité d'éléments magnétiques (201) agencés de telle sorte à présenter, face au premier élément (100), alternativement un pôle positif et un pôle négatif de telle sorte que, au cours du mouvement relatif de rotation, lorsque tous les circuits (102) de la première pluralité de circuits électromagnétiques sont chacun en interaction avec des pôles positifs, tous les circuits (104) de la deuxième pluralité de circuits électromagnétiques sont chacun en interaction avec des pôles négatifs.

15. Machine selon l'une quelconque des revendications 5 à 14, dont le premier élément est selon la revendication 2, caractérisée en ce qu'au cours du mouvement relatif de rotation, ledit au moins un élément magnétique (201), ou chacun des éléments magnétiques (201), ne vient jamais en regard des premier, deuxième, troisième et quatrième bords discontinus.

16. Turbine comprenant une machine électromagnétique selon l'une quelconque des revendications 5 à 15, caractérisée en ce que le deuxième élément (200) forme un rotor apte à être mis en rotation par un fluide.

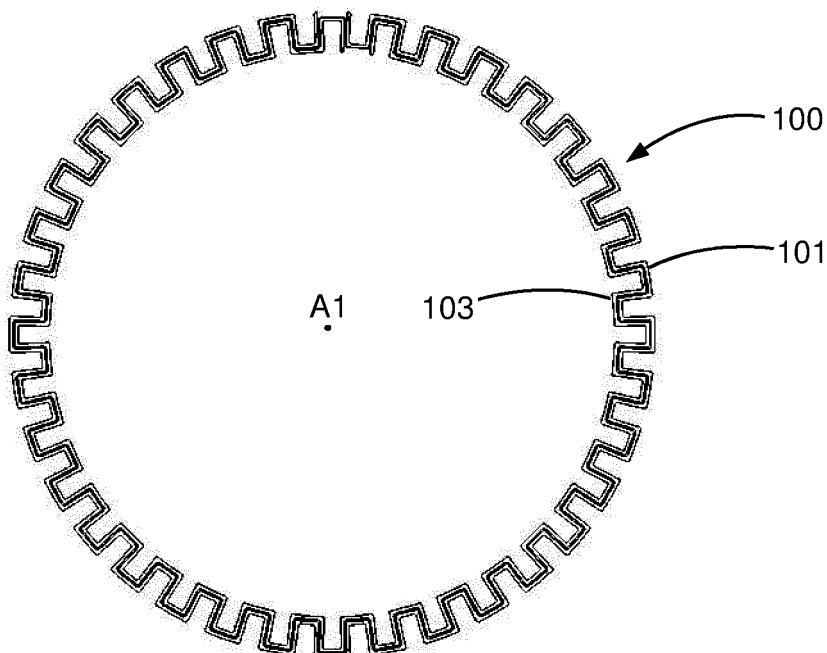


Figure 1

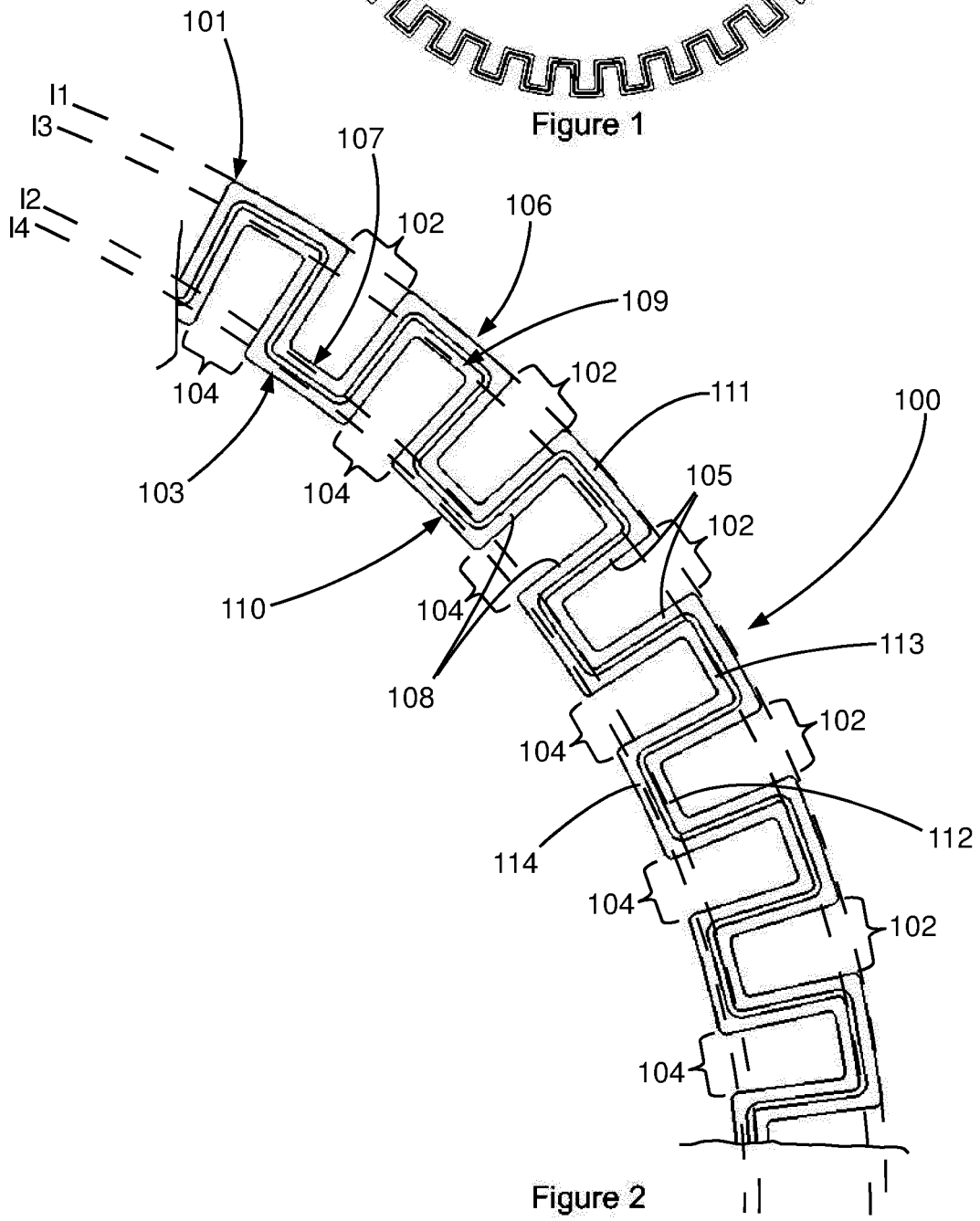


Figure 2

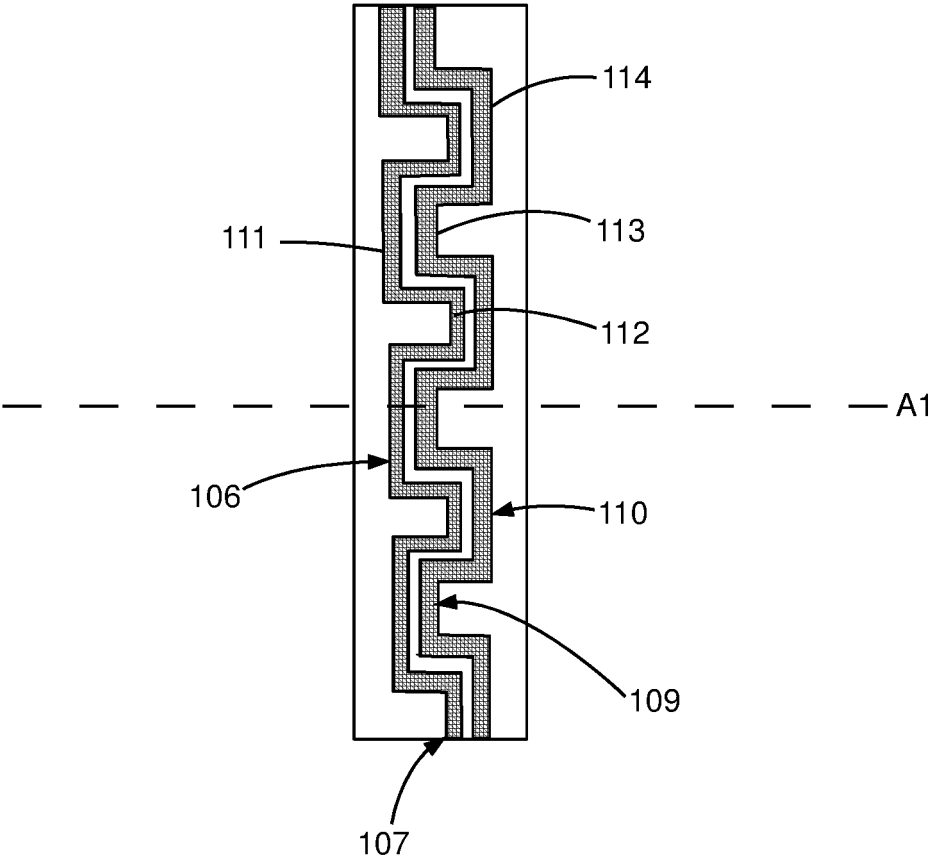


Figure 3

3/5

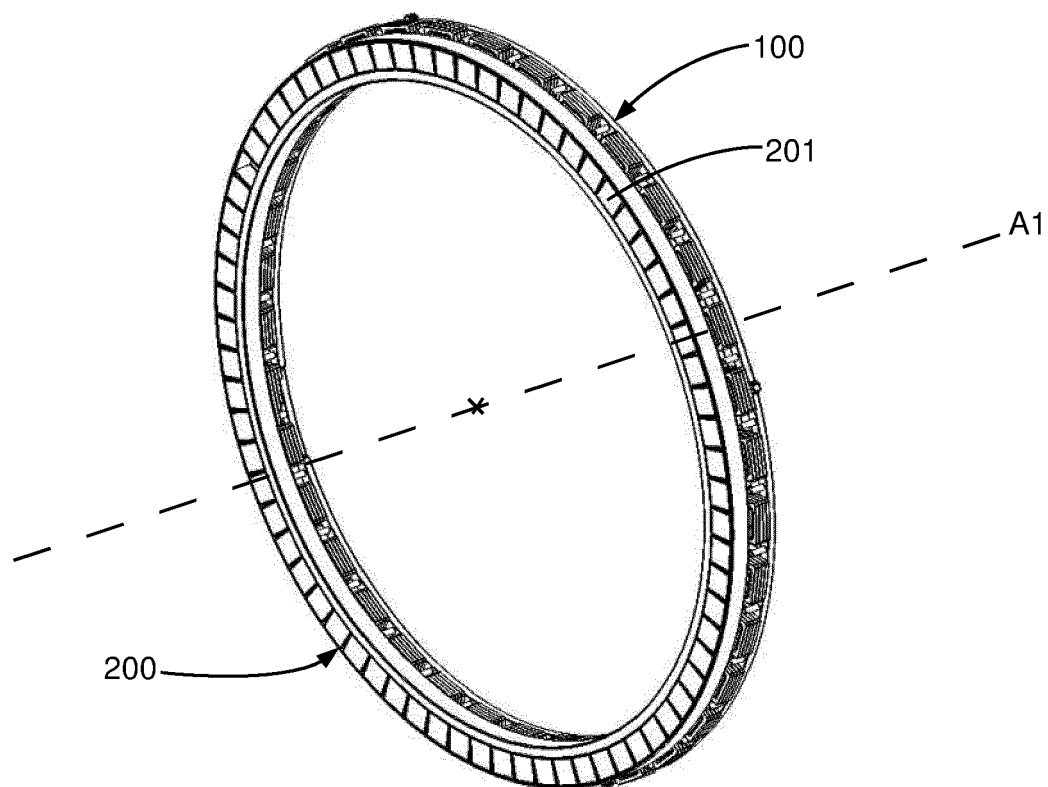


Figure 4

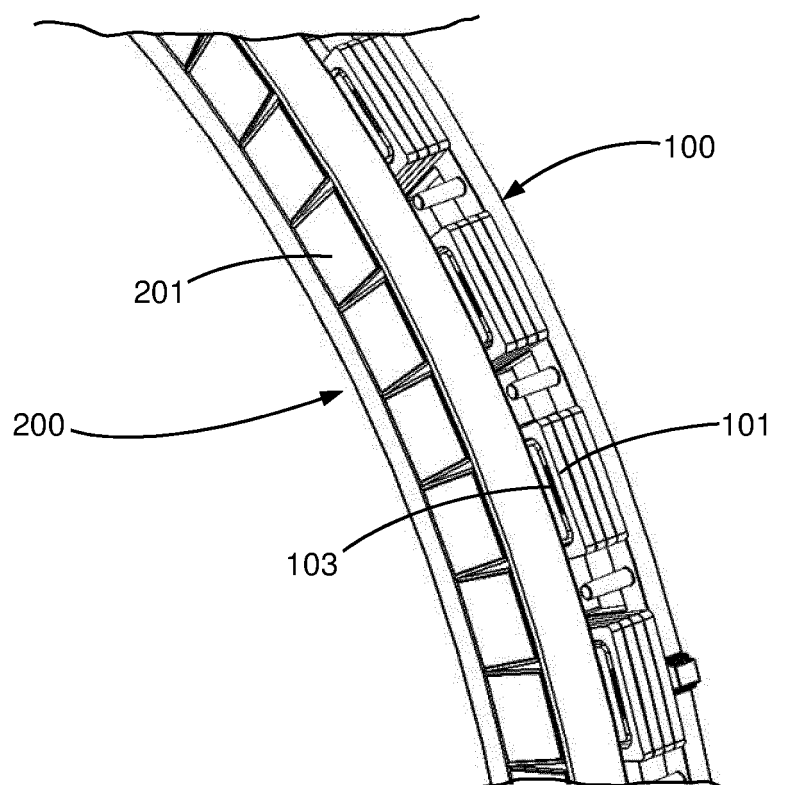


Figure 5

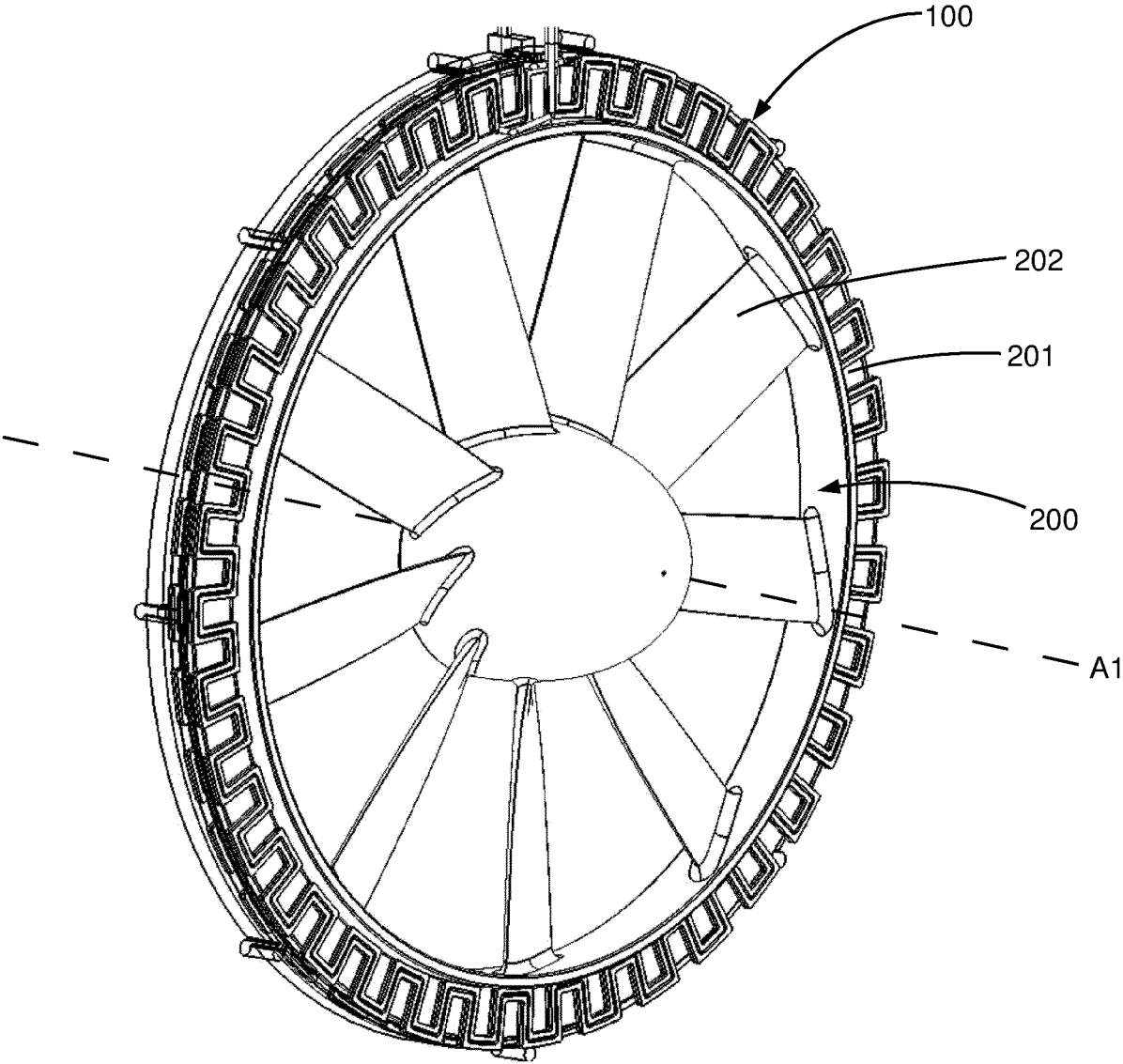


Figure 6

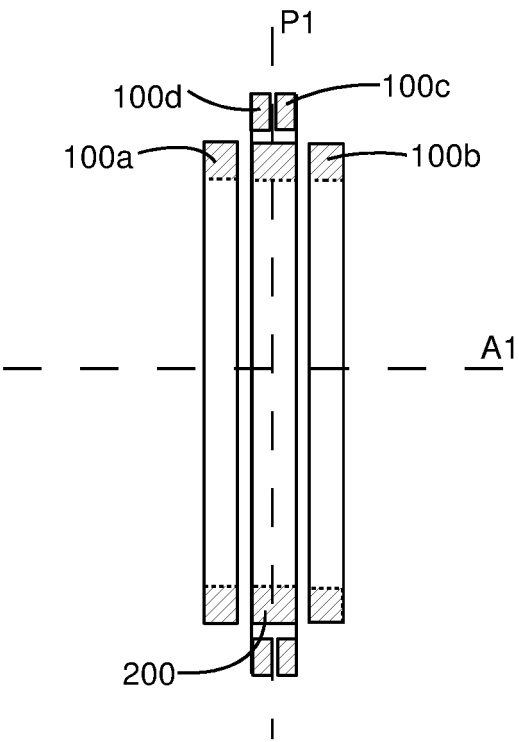


Figure 7

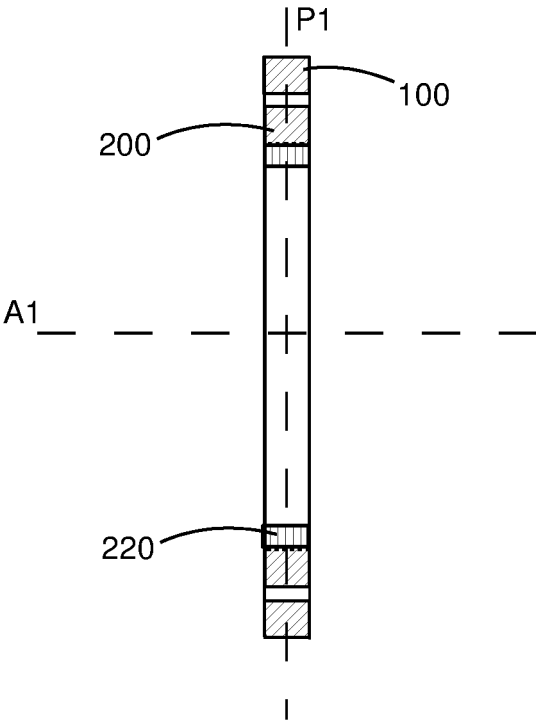


Figure 8



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement
national

FA 790738
FR 1363313

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2011/037337 A1 (DENNE PHILLIP RAYMOND MICHAEL [GB]) 17 février 2011 (2011-02-17)	1,2,4-6, 11-13,16	H02K1/06
Y	* alinéas [0008], [0019], [0022],	3,10	
A	[0041], [0050], [0053], [0055]; figures 4, 6,8,9 *	7	
X	US 4 398 112 A (VAN GILS ADRIANUS W [NL]) 9 août 1983 (1983-08-09) * colonne 1, lignes 9-19 ; colonne 1, lignes 37-44 ; colonne 2, lignes 47-51 ; colonne 6, lignes 39-59; figures 2-4, 7-9 *	1,2,4-9, 12-15	
X	US 4 883 981 A (GERFAST STEN R [US]) 28 novembre 1989 (1989-11-28) * colonne 1, lignes 20-24 ; colonne 3, lignes 9-17 ; colonne 4, lignes 16-23 ; colonne 4, lignes 27-29 ; colonne 5, lignes 38-51; figures 1, 4 *	1-8, 11-13	
Y	US 2006/197397 A1 (TAKAHASHI TADANOBU [JP] ET AL) 7 septembre 2006 (2006-09-07) * figures 6,7 *	3	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) H02K
Y	GB 2 164 500 A (RABE ERICH) 19 mars 1986 (1986-03-19) * figures 9-11 *	10	
A	US 2003/030348 A1 (LOPATINSKY EDWARD L [US] ET AL) 13 février 2003 (2003-02-13) * figures 1, 7, 8, 10 *	5	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
1 septembre 2014		Fernandez, Victor	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1363313 FA 790738**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **01-09-2014**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2011037337	A1	17-02-2011	GB 2456837 A	29-07-2009
			US 2011037327 A1	17-02-2011
			US 2011037337 A1	17-02-2011
			WO 2009093043 A2	30-07-2009
			WO 2009093044 A2	30-07-2009

US 4398112	A	09-08-1983	DE 2731295 A1	19-01-1978
			GB 1589582 A	13-05-1981
			JP S5330703 A	23-03-1978
			NL 7607705 A	16-01-1978
			US 4319152 A	09-03-1982
			US 4398112 A	09-08-1983

US 4883981	A	28-11-1989	AUCUN	

US 2006197397	A1	07-09-2006	EP 1699126 A2	06-09-2006
			US 2006197397 A1	07-09-2006

GB 2164500	A	19-03-1986	BR 8502542 A	06-05-1986
			CA 1266877 A1	20-03-1990
			EP 0178380 A1	23-04-1986
			GB 2164500 A	19-03-1986
			PH 20104 A	24-09-1986
			US 4763053 A	09-08-1988

US 2003030348	A1	13-02-2003	AUCUN	
