



SPF Economie, PME, Classes
Moyennes & Energie
Office de la Propriété intellectuelle

(11) 1027243 A1

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION BELGE

(41) Date de publication : 25/11/2020

(21) Numéro de demande : BE2019/5289

(22) Date de dépôt : 30/04/2019

(62) Divisée de la demande de base :

(62) Date de dépôt demande de base :

(51) Classification internationale : F02C 7/32, H02K 7/10, H02K 49/00

(30) Données de priorité :

(71) Demandeur(s) :

SAFRAN AERO BOOSTERS S.A.

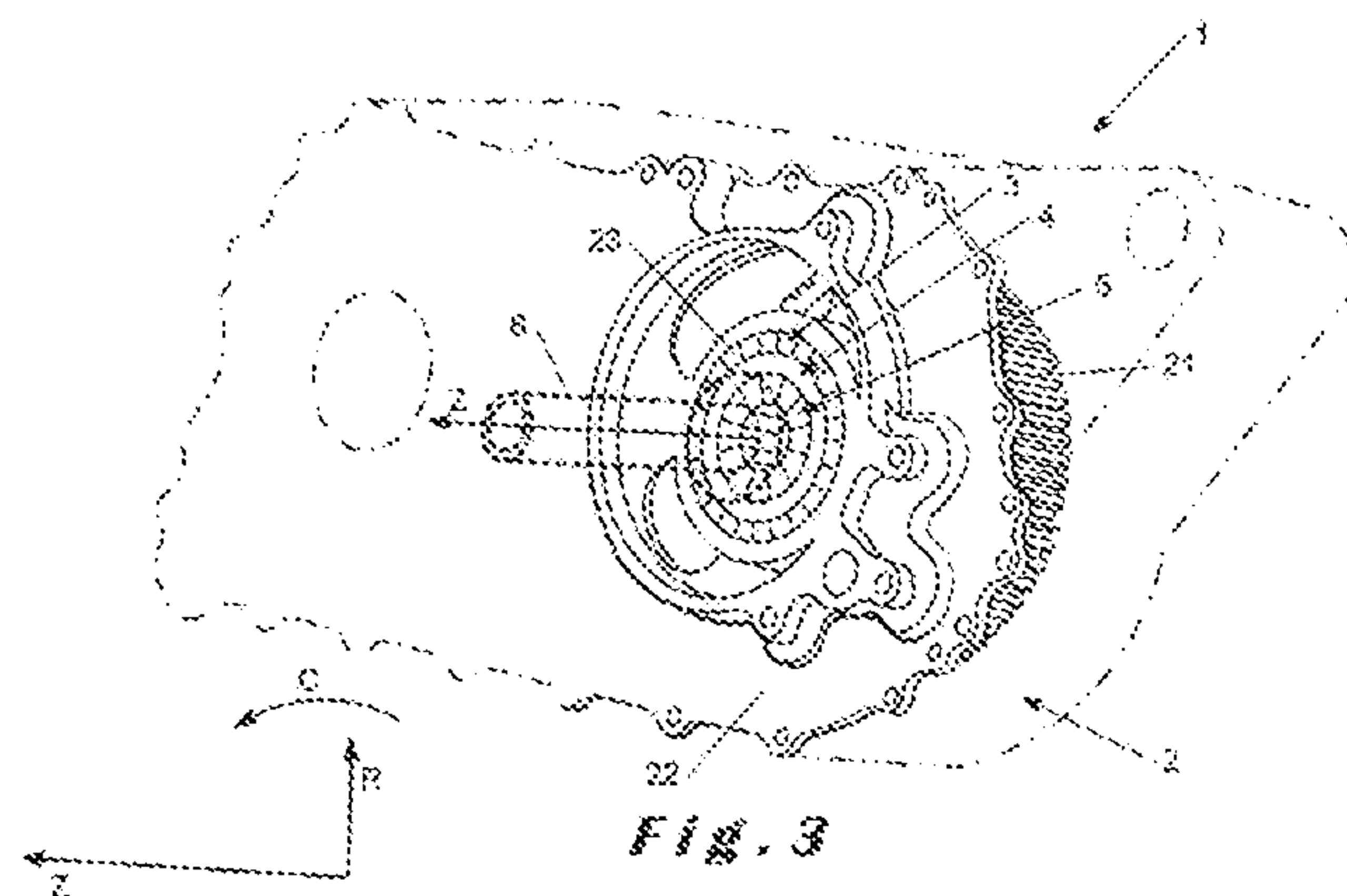
4041, HERSTAL
Belgique

(72) Inventeur(s) :

CHENOUX Mathieu Pierre
6700 ARLON
Belgique

(54) Système d'entraînement par accouplement magnétique

(57) L'invention concerne un système d'entraînement (1) par accouplement magnétique comprenant: - un organe d'entrée comprenant une roue dentée (21) d'une boîte de transmission (2) d'une turbomachine d'aéronef; - un organe de sortie comprenant un arbre (6) d'un groupe de lubrification de la turbomachine d'aéronef. Une transmission d'un couple, de l'organe d'entrée à l'organe de sortie, avec un rapport de transmission strictement plus petit que 1, est permise par une coopération entre des pôles magnétiques de deux anneaux (3, 5) d'aimants ou électroaimants entre lesquels est disposé un anneau intermédiaires (4) de barreaux (41) d'un matériau ferromagnétique.



Système d'entraînement par accouplement magnétique

Domaine technique

La présente invention concerne un système d'entraînement par
5 accouplement magnétique.

Art antérieur

Plusieurs accessoires (ou équipements) d'une turbomachine d'aéronef sont usuellement montés sur des boîtes de transmission et entraînés par divers systèmes.

10 En particulier, chacun de ces systèmes d'entraînement permet une transmission d'un couple entre un organe d'entrée, par exemple, un engrenage d'une boîte de transmission, et un organe de sortie, par exemple, un arbre d'un groupe de lubrification. Dans ce cas, comme la vitesse de rotation de l'organe d'entrée est supérieure à celle qui est
15 attendue pour l'organe de sortie, la transmission doit s'effectuer avec un rapport de transmission strictement plus petit que 1, typiquement d'une valeur proche de 1/2. Un tel système d'entraînement (ou réducteur) est réalisé, en général, au moyen de plusieurs éléments mécaniques.

Un désavantage d'un tel système d'entraînement réside dans
20 sa mise en œuvre complexe et son coût élevé. Ceci peut se comprendre par un nombre potentiellement important desdits éléments mécaniques, les contraintes, tolérances et contrôles qualités induits par leur fabrication, la nécessité de les entretenir et de les lubrifier, ainsi que la nécessité de remplacer certains de ces éléments en cas d'usure mécanique.

25 Résumé de l'invention

Un objet de la présente invention est de fournir un système d'entraînement, de façon plus précise un réducteur, pour entraîner un

accessoire d'une turbomachine d'aéronef qui soit à la fois plus simple et moins coûteux à mettre en œuvre.

À cet effet, l'invention propose un système d'entraînement pour entraîner un accessoire d'une turbomachine d'aéronef et comprenant :

- 5 - un anneau externe comprenant des premiers éléments pour générer une pluralité de premiers pôles magnétiques alignés de façon circonférentielle ;
- un anneau intermédiaire, interne à l'anneau externe, de préférence inscrit dans l'anneau externe, et comprenant une pluralité de barreaux
10 constitués d'un matériau ferromagnétique et alignés de façon circonférentielle ;
- un anneau interne, interne à l'anneau intermédiaire, de préférence inscrit dans l'anneau intermédiaire, et comprenant des deuxièmes éléments pour générer une pluralité de deuxièmes pôles magnétiques ;
- 15 un des anneaux étant fixe,
et deux autres des anneaux étant mobiles en rotation autour d'un axe de révolution central commun aux anneaux ;
le système d'entraînement comprenant en outre :
 - un organe d'entrée comprenant une roue dentée d'une boîte de
20 transmission de la turbomachine d'aéronef apte à être mise en rotation et couplée mécaniquement à un parmi les deux anneaux mobiles en rotation ;
 - un organe de sortie comprenant un arbre de l'accessoire apte être mis
25 en rotation et couplé mécaniquement à l'autre parmi les deux anneaux mobiles en rotation ;

l'anneau intermédiaire étant configuré pour être couplé magnétiquement aux anneaux interne et externe par l'intermédiaire des premiers et deuxièmes pôles magnétiques, de façon à permettre une transmission sans contact mécanique, d'un couple, de l'organe d'entrée à l'organe de

sortie, avec un rapport de transmission strictement plus petit que 1, de préférence compris entre 1/4 et 1.

Le système d'entraînement (ou réducteur) selon l'invention est plus simple et moins coûteux à mettre en œuvre que les tels systèmes
5 d'entraînements connus.

En effet, le système d'entraînement est réalisé au moyen d'un accouplement magnétique entre les organes d'entrée et de sortie. Cet accouplement magnétique est réalisé par l'ensemble particulièrement simple des anneaux agencés de façon avantageuse. Les premiers et
10 deuxièmes pôles magnétiques sont typiquement associés de façon respective à des premiers et deuxièmes champs magnétiques, étant de préférence générés de façon respective par les premiers et deuxièmes éléments. Suite à leur passage devant les premiers (respectivement, deuxièmes) pôles magnétiques (et/ou donc champs magnétiques), les
15 barreaux de l'anneau intermédiaire deviennent générateurs d'au moins un champ magnétique qui se transmet à l'anneau interne (respectivement externe). Les premiers et deuxièmes champs magnétiques coopèrent de part l'agencement des premiers et deuxièmes pôles, et par l'intermédiaire de l'anneau intermédiaire, de façon à induire une force d'attraction et/ou
20 de répulsion entre les anneaux, et à permettre alors un entraînement en rotation de l'autre parmi les deux anneaux mobiles par rapport aux autres anneaux. Cet entraînement permet à l'organe de sortie d'être entraîné à partir des mouvements de l'organe d'entrée, sans contact mécanique. Le rapport de transmission peut être obtenu par la formule

$$\frac{p_{ext}}{p_{int}} v_{ext} = \left(\frac{p_{ext}}{p_{int}} + 1 \right) v_{mil} - v_{int}$$

25 si les deux autres anneaux sont en rotation dans un même sens, et

$$\frac{p_{ext}}{p_{int}} v_{ext} = \left(\frac{p_{ext}}{p_{int}} - 1 \right) v_{mil} + v_{int}$$

si les deux autres anneaux sont contrarotatifs,

avec p_{ext} et p_{int} correspondant au nombre de succession circonférentielle nord-sud (ou sud-nord) des premiers et deuxièmes pôles magnétiques respectivement, et

avec v_{ext} , v_{mil} et v_{int} qui correspondent à la vitesse angulaire des anneaux
5 externe, intermédiaire et interne respectivement. Suivant une réalisation préférée de l'invention, le nombre p_{ext} correspond au double du nombre p_{int} .

Ce système d'entraînement est particulièrement simple. En particulier, il ne nécessite pas de cannelures de l'arbre de l'accessoire, ni
10 de quille dans laquelle s'emmanche ces cannelures, et susceptible de comprendre elle-même d'autres cannelures s'emmanchant dans une roue dentée, éventuellement par l'intermédiaire d'un manchon, et ce pour corriger un éventuel désalignement. Les coûts de production, de contrôle qualité, d'entretien, et de lubrification de tels éléments mécaniques sont
15 donc réduits ou nuls.

Ce système d'entraînement est simple également car il ne comprend pas de système de protection de la boîte de transmission, telle qu'une gorge de l'arbre de l'accessoire apte à se rompre si le couple est trop grand. En effet, si le couple est trop grand par rapport au rapport de
20 transmission attendu, l'autre parmi les deux anneaux mobiles qui est couplé à l'arbre se découple alors magnétiquement des deux autres anneaux du système d'entraînement, sans endommager aucune pièce mécanique. En ce sens, avantageusement, l'accouplement magnétique susmentionné agit comme un fusible non destructif.

25 Grâce au système d'entraînement selon l'invention, les risques d'endommagement de pièces mécaniques en cas de surcouple sont fortement réduits, de même que les coûts associés.

Un autre avantage du système d'entraînement selon l'invention est qu'il permet d'implémenter pratiquement une réduction mécanique
30 entre les organes d'entrée et de sortie sans usure des pièces mécaniques

le composant. Les coûts d'entretien et de remplacement de telles pièces sont donc réduits.

Le système d'entraînement selon l'invention a aussi l'avantage de transmettre un couple sans apport d'énergie et de façon silencieuse.

5 Un autre avantage du système d'entraînement selon l'invention est qu'il est réalisable au travers d'une paroi séparant deux milieux, l'organe d'entrée étant dans un de ces milieux et l'organe de sortie dans l'autre de ces milieux, la paroi séparant deux des anneaux. En particulier, et de façon avantageuse, l'invention permet une étanchéité complète entre
10 la boîte de transmission et l'accessoire.

Préférentiellement, la boîte de transmission comprend un ensemble de roues dentées s'engrenant (étant appelé usuellement et techniquement « Accessory Gearbox ») pour l'entraînement d'accessoires de la turbomachine. Ces accessoires comprennent préférentiellement au
15 moins une pièce du groupe de lubrification, et/ou une pompe hydraulique, et/ou un générateur.

L'accessoire est préférentiellement un groupe de lubrification. Généralement, un groupe de lubrification d'une turbomachine d'aéronef comprend une ou plusieurs pompes et des tuyaux pour faire circuler de
20 l'huile, d'un réservoir d'huile à la turbomachine. Le groupe de lubrification joue un rôle central dans la lubrification de la turbomachine. En particulier, il pompe de l'huile dans le réservoir d'huile pour la projeter sur des roulements de la turbomachine, avant de la réacheminer vers le réservoir d'huile.

25 Dans le cadre du présent document, l'usage des verbes « comprendre », « inclure », « comporter », ou toute autre variante, ainsi que leurs conjugaisons, ne peut en aucune façon exclure la présence d'éléments autres que ceux mentionnés. De même, l'usage de l'article indéfini « un », « une », ou de l'article défini « le », « la » ou « l' », pour

introduire un élément n'exclut pas la présence d'une pluralité de ces éléments.

De préférence, les anneaux externe, intermédiaire et interne sont sans contact mécanique entre eux. En particulier, la transmission se fait sans aucun contact mécanique entre les différentes pièces constituant le système d'entraînement de l'invention. Préférentiellement, les anneaux sont coaxiaux.

Préférentiellement, chacun parmi au moins une partie des premiers et/ou deuxièmes éléments comprend un aimant permanent. En d'autres termes, préférentiellement, des premiers et/ou des deuxièmes éléments comprennent un aimant permanent.

Préférentiellement, chacun parmi au moins une (éventuelle autre) partie des premiers et/ou deuxièmes éléments comprend un électroaimant. En d'autres termes, préférentiellement, des premiers et/ou des deuxièmes éléments comprennent un électroaimant.

Les aimants permanents et les électroaimants sont simples à concevoir, à placer, et relativement peu coûteux. Leur fonctionnement physique est en outre bien connu. Selon une réalisation particulière de l'invention, les premiers et deuxièmes éléments comprennent chacun un aimant permanent. Selon une autre réalisation particulière de l'invention, les premiers éléments comprennent chacun un électroaimant et les deuxièmes éléments comprennent chacun un aimant permanent. Selon encore une autre réalisation particulière de l'invention, les premiers et deuxièmes éléments comprennent chacun un électroaimant. Une autre configuration d'aimants permanents et/ou d'électroaimants des premiers et/ou deuxièmes éléments ne se départirait pas du cadre de l'invention.

Dans le cas où chacun parmi au moins une partie des premiers et/ou deuxièmes éléments comprend un électroaimant, préférentiellement, le système d'entraînement comprend également une unité de contrôle et une connexion électrique de cette unité de contrôle à au moins une

sélection des électroaimants pour changer le signe (préférentiellement respectivement l'orientation) de certains des premiers et/ou deuxièmes pôles magnétiques (préférentiellement respectivement premiers et/ou deuxièmes champs magnétiques associés de façon respectives aux premiers et/ou deuxièmes pôles magnétiques), de façon à modifier le rapport de transmission.

Ce mode de réalisation préféré de l'invention est avantageux car il permet d'implémenter pratiquement une réduction magnétique à rapport de transmission variable. En effet, en changeant le signe de certains des premiers et/ou deuxièmes pôles magnétiques, il est possible de modifier les nombres p_{ext} et p_{int} dans les formules de rapport de transmission susdites, et donc de modifier le rapport de transmission en lui-même. Ainsi, la vitesse de rotation de l'arbre de l'accessoire peut être modifiée en fonction du besoin.

En outre, un tel système d'entraînement à réduction variable permet une utilisation d'un même système d'entraînement pour une large gamme d'accessoires de la turbomachine d'aéronef reliés à la boîte de transmission considérée. Il est ainsi suffisant de fournir le même système d'entraînement physique et d'adapter le rapport de transmission selon l'accessoire auquel il est relié. Ceci est particulièrement simple et peu coûteux d'un point de vue logistique.

Préférentiellement, le système d'entraînement comprend au moins 12, plus préférentiellement, au moins 24, plus préférentiellement encore, au moins 48, électroaimants. Ceux-ci sont préférentiellement compris dans les premiers et/ou deuxièmes éléments. De façon plus préférée encore, chacun de ces électroaimants consiste en un parmi les premiers éléments. Avantageusement, au plus d'électroaimants il y a, au plus un choix d'un rapport de transmission du système d'entraînement peut être effectué de façon précise.

De préférence, chaque premier élément comprend un aimant permanent et/ou un électroaimant. De préférence, chaque deuxième élément comprend un aimant permanent et/ou un électroaimant.

Préférentiellement, les premiers éléments sont agencés symétriquement par rapport à l'axe de révolution le long de l'anneau externe, les deuxièmes éléments sont agencés symétriquement par rapport à l'axe de révolution le long de l'anneau interne, et les barreaux sont agencés symétriquement par rapport à l'axe de révolution le long de l'anneau intermédiaire.

Les barreaux sont de préférence maintenus ensemble par une structure comprenant deux cercles du matériau ferromagnétique. Les barreaux s'étendent de préférence au moins partiellement axialement, plus préférentiellement essentiellement axialement et radialement.

Optionnellement, le système d'entraînement comprend au moins deux fois plus, de premiers éléments que de deuxièmes éléments.

Les deux anneaux mobiles en rotation peuvent tourner aussi dans un même sens ou en sens contraire selon les besoins, en fonction du nombre de pôles et d'alternance nord-sud de ceux-ci.

La présente invention propose également un kit d'éléments comprenant :

- le système d'entraînement selon l'invention ;
- la boîte de transmission, celle-ci comprenant un ensemble de roues dentées, dont la roue dentée, s'engrenant ensemble pour entraîner une pluralité d'accessoires de la turbomachine, dont l'accessoire.

Plus particulièrement et préférentiellement, la boîte de transmission est une « Accessory Gearbox ».

La présente invention propose également une turbomachine d'aéronef comprenant le système d'entraînement selon l'invention. La présente invention propose aussi une turbomachine d'aéronef munie du kit d'éléments selon l'invention.

Les modes de réalisation préférés ainsi que les avantages du système d'entraînement selon l'invention se transposent mutatis mutandis au présent kit d'éléments et à la présente turbomachine.

La boîte de transmission comprend de préférence un carter
5 enfermant au moins partiellement les roues dentées et comprenant une ouverture, de préférence circulaire, pour accueillir l'anneau externe.

Dans ce cas, l'anneau externe est préférentiellement fixé au carter, et les anneaux intermédiaire et interne sont mobiles en rotation autour de l'axe de révolution. En particulier, l'anneau qui est fixe est alors
10 l'anneau externe et les deux anneaux qui sont mobiles en rotation sont les anneaux interne et intermédiaire. Dans ce cas, l'anneau intermédiaire est préférentiellement couplé mécaniquement à l'arbre de l'accessoire, et l'anneau interne est préférentiellement couplé de façon mécanique à la roue dentée de la boîte de transmission.

15 Ce mode de réalisation préféré du kit d'éléments n'est pas limitatif du cadre de l'invention. En particulier, le choix de l'anneau fixe et des deux autres anneaux mobiles en rotation, de même que le choix de couplage mécanique de chacun des anneaux mobiles en rotation avec la roue dentée ou avec l'arbre peuvent varier selon l'accessoire considéré.
20 Le mode de réalisation décrit est néanmoins particulièrement adapté à l'installation du système de transmission (ou réducteur) entre une boîte de transmission du type « Accessory Gearbox » et un arbre d'un groupe de lubrification de la turbomachine, l'anneau externe étant maintenu fixement dans une ouverture du carter de la boîte de transmission.

25 Préférentiellement, la roue dentée et l'arbre sont aptes à être mis en rotation autour de l'axe de révolution, donc d'un même axe.

Selon un mode de réalisation particulier de l'invention, le kit d'éléments comprend également un autre système d'entraînement (ou réducteur) selon la présente invention dont un des anneaux est couplé
30 mécaniquement à ladite roue dentée.

Très avantageusement, le kit d'éléments selon ce mode de réalisation permet à deux accessoires de la turbomachine qui sont couplés en vis-à-vis sur un même engrenage (ou une même roue dentée) de la boîte de transmission d'être entraînés chacun à des vitesses de rotation distinctes. En effet, même si l'organe d'entrée est le même pour les deux accessoires, la transmission d'un couple de cet organe d'entrée à un arbre de chacun des accessoires se fait via un système d'entraînement distinct, de sorte que le rapport de transmission peut être adapté pour chaque accessoire sans nécessité l'ajout de roues dentées ou d'autres éléments mécaniques couplés à ladite roue dentée.

De façon plus générale, le kit d'éléments peut comprendre une pluralité de systèmes d'entraînement par réduction selon l'invention, chacun comprenant un organe d'entrée avec une roue dentée de la boîte de transmission couplée mécaniquement à un parmi les deux anneaux mobiles en rotation du système d'entraînement, et un organe de sortie comprenant un arbre d'un accessoire couplé mécaniquement à l'autre parmi les deux anneaux mobiles en rotation du système d'entraînement. De préférence, chaque accessoire ainsi couplé à la boîte de transmission est entraîné par un tel système d'entraînement selon l'invention. Ainsi, le nombre de roues dentées et la complexité mécanique de la boîte de transmission peuvent être réduits. Une partie de l'engrenage de la boîte de transmission peut avantageusement être remplacé par un ou plusieurs système d'entraînement selon l'invention, en permettant une transmission de couples adaptée entre chaque organe d'entrée et chaque accessoire.

Préférentiellement, le kit d'éléments selon l'invention comprend en outre l'accessoire. Celui-ci comprend préférentiellement un parmi : une pièce d'un groupe de lubrification, une pompe hydraulique, un générateur. Le système d'entraînement (ou réducteur) est tout particulièrement adapté au cas où l'accessoire est un groupe de lubrification de la turbomachine.

Brève description des figures

D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention apparaîtront à la lecture de la description détaillée qui suit pour la compréhension de laquelle on se reportera aux figures annexées parmi

5 lesquelles :

- la figure 1A illustre une représentation schématique d'un anneau interne d'un système d'entraînement selon un mode de réalisation préféré de l'invention ;
- 10 - la figure 1B illustre une représentation schématique d'un anneau interne et d'un anneau intermédiaire d'un système d'entraînement selon un mode de réalisation préféré de l'invention ;
- la figure 1C illustre une représentation schématique d'un anneau interne, d'un anneau intermédiaire et d'un anneau externe d'un système d'entraînement selon un mode de réalisation préféré de
15 l'invention ;
- la figure 2 illustre une représentation schématique d'un anneau interne, d'un anneau intermédiaire et d'un anneau externe d'un système d'entraînement selon un mode de réalisation préféré de l'invention ;
- 20 - la figure 3 illustre une représentation schématique d'un système d'entraînement d'un groupe de lubrification d'une turbomachine d'aéronef et une boîte de transmission consistant en une dite « Accessory Gearbox » de la turbomachine d'aéronef selon un mode de réalisation très préféré de l'invention.

25 Les dessins des figures ne sont pas à l'échelle. Généralement, des éléments semblables sont dénotés par des références semblables dans les figures. Dans le cadre du présent document, les éléments identiques ou analogues peuvent porter les mêmes références. En outre, la présence de numéros ou lettres de référence aux dessins ne peut être

considérée comme limitative, y compris lorsque ces numéros ou lettres sont indiqués dans les revendications.

Description détaillée de modes de réalisation particuliers de l'invention

5 La présente invention est décrite avec des réalisations particulières et des références à des figures mais l'invention n'est pas limitée par celles-ci. Les dessins ou figures décrits ne sont que schématiques et ne sont pas limitants.

10 Dans le cadre de ce document, il est fait référence à plusieurs directions : « axiale » consistant en une direction parallèle à l'axe de révolution autour duquel les anneaux sont apte à subir un mouvement de rotation, « circonférentielle » consistant en une direction elliptique, préférentiellement circulaire, le long d'une circonférence des anneaux, autour de l'axe de révolution, et « radiale » consistant en une direction
15 perpendiculaire à l'axe de révolution. Les termes « radiale » et « circonférentielle » font de préférence référence à un système de coordonnées polaires connu d'un homme du métier considéré dans chaque plan perpendiculaire à l'axe de révolution. La figure 3 comprend un repère illustrant ces directions axiale Z, radiale R, et circonférentielle C.

20 Dans le cadre du présent document, par « entraînement par accouplement magnétique », il est entendu la transmission d'un couple et/ou d'un mouvement, d'un organe d'entrée à un organe de sortie, au moyen de forces magnétiques, sans que cette transmission soit due à un contact mécanique.

25 Dans le cadre du présent document, la notion de « couplage mécanique » entre deux éléments fait préférentiellement référence à un maintien mécanique fixe des positions de ces deux éléments l'un par rapport à l'autre. En particulier, un couplage mécanique entre deux éléments inclut la possibilité d'une fixation directe entre ces deux éléments,

mais également celle d'une fixation indirecte au moyen d'au moins un élément intermédiaire.

Dans le cadre du présent document, les termes « premier », « deuxième », « troisième » et « quatrième » servent uniquement à
5 différencier les différents éléments et n'impliquent pas d'ordre entre ces éléments.

Les figures 1A à 1C illustrent successivement les différents anneaux d'un système d'entraînement selon un mode de réalisation préféré de l'invention.

10 La figure 1A illustre uniquement un anneau interne 5 agencé symétriquement autour de l'axe de révolution Z, apte à tourner autour de cet axe, et comprenant des deuxièmes éléments 51, chacun consistant en un aimant permanent pour générer un deuxième champ magnétique comportant un deuxième pôle magnétique. Les deuxièmes éléments 51
15 sont agencés de façon à ce que les orientations des deuxièmes champs magnétiques soient alternées le long d'une circonférence de l'anneau interne 5. En particulier, un pôle nord précède et suit toujours un pôle sud. Les pôles nord et sud sont distingués par un grisage des deuxièmes éléments.

20 La figure 1B illustre l'anneau interne 5 de la figure 1A entouré par un anneau intermédiaire 4 d'une pluralité de barreaux 41 alignés de façon circonférentielle et symétriquement autour de l'axe de révolution Z, apte à tourner autour de cet axe. Chacun des barreaux 41 est constitué d'un matériau ferromagnétique, et s'étend essentiellement radialement et
25 axialement entre deux cercles de ce matériau.

La figure 1C illustre les anneaux interne 5 et intermédiaire 4 de la figure 1B entourés par un anneau externe 3 agencé symétriquement autour de l'axe de révolution Z, apte à tourner autour de cet axe, et comprenant des premiers éléments 31 chacun consistant en un aimant permanent pour générer un premier champ magnétique comportant un
30

premier pôle magnétique. Les premiers éléments 31 sont agencés de façon à ce que les orientations des premiers champs magnétiques soient alternées le long d'une circonférence de l'anneau externe 3. En particulier, un pôle nord précède et suit toujours un pôle sud. Les pôles nord et sud
5 sont distingués par un grisage des premiers éléments.

En passant devant un premier (respectivement deuxième) champ magnétique, les barreaux 41 deviennent eux-mêmes générateurs d'un champ magnétique qui se transmet alors à l'anneau interne 5 (respectivement à l'anneau externe 3). L'anneau intermédiaire 4 est ainsi
10 couplé magnétiquement aux anneaux internes 5 et externes 3 par l'intermédiaire des premiers et deuxièmes pôles magnétiques. Ces anneaux 3, 4, 5 sont utilisés pour implémenter de façon pratique un accouplement magnétique permettant une transmission de couples, avec un rapport de transmission strictement plus petit que l'unité, d'un organe
15 d'entrée à un organe de sortie d'une turbomachine d'aéronef.

Une variante avantageuse de l'ensemble des trois anneaux représentés en figure 1C est représenté en figure 2. Dans cette variante, les premiers éléments 31 consistent chacun en des électroaimants, et non plus en des aimants permanents. De cette façon, il est avantageusement
20 possible de changer l'orientation des premiers champs magnétiques au moyen d'une connexion électrique avec les électroaimants. Ainsi, il est possible de modifier facilement le rapport de transmission du système d'entraînement sans modifier la structure même des anneaux 3, 4, 5. Par exemple, il est possible de considérer des premiers champs magnétiques
25 orientés en alternance de façon circonférentielle pour les électroaimants successifs, et de modifier l'orientation d'un premier champ magnétique sur deux de façon à obtenir deux premiers champs magnétiques d'une même orientation suivants deux premiers champs magnétiques d'une autre orientation et ainsi de suite. Ceci permet de diviser par deux le nombre p_{ext}
30 correspondant au nombre de succession circonférentielle nord-sud (ou

sud-nord) des premiers pôles magnétiques, et donc de modifier le rapport de transmission de façon simple et efficace. En particulier, dans ce cas, le système d'entraînement comprenant ces trois anneaux est un réducteur magnétique à réduction variable.

5 La figure 3 illustre un système d'entraînement 1 d'un groupe de lubrification d'une turbomachine d'aéronef et une boîte de transmission 2 consistant en une « Accessory Gearbox » de la turbomachine d'aéronef selon un mode de réalisation très préféré de l'invention.

10 Le système d'entraînement comprend les trois anneaux 3, 4, 5 commentés ci-dessus. L'anneau externe 3 est fixé au carter 22, accueilli dans et épousant une ouverture circulaire 23 du carter 22. Les anneaux intermédiaire 4 et interne 5 sont mobiles en rotation autour de l'axe de révolution Z et respectivement couplés mécaniquement à un arbre 6 du groupe de lubrification et à une roue dentée 21 de la boîte de transmission
15 2. Cette configuration est tout particulièrement simple et adaptée à une réduction magnétique entre la roue dentée 21 et l'arbre 6, ces derniers étant également apte à être en mouvement en rotation autour de l'axe de révolution Z.

20 En résumé, l'invention concerne un système d'entraînement 1 par accouplement magnétique comprenant :

- un organe d'entrée comprenant une roue dentée 21 d'une boîte de transmission 2 d'une turbomachine d'aéronef ;
- un organe de sortie comprenant un arbre 6 d'un groupe de lubrification de la turbomachine d'aéronef.

25 Une transmission d'un couple, de l'organe d'entrée à l'organe de sortie, avec un rapport de transmission strictement plus petit que 1, est permise par une coopération entre des pôles magnétiques de deux anneaux 3, 5 d'aimants ou électroaimants entre lesquels est disposé un anneau intermédiaires 4 de barreaux 41 d'un matériau ferromagnétique.

La présente invention a été décrite en relation avec des modes de réalisations spécifiques, qui ont une valeur purement illustrative et ne doivent pas être considérés comme limitatifs. D'une manière générale, il apparaîtra évident pour un homme du métier que la présente invention
5 n'est pas limitée aux exemples illustrés et/ou décrits ci-dessus. L'invention comprend chacune des caractéristiques nouvelles ainsi que toutes leurs combinaisons.

Revendications

1. Système d'entraînement (1) pour entraîner un accessoire d'une turbomachine d'aéronef et comprenant :
- un anneau externe (3) comprenant des premiers éléments (31) pour générer une pluralité de premiers pôles magnétiques alignés de façon circonférentielle ;
 - un anneau intermédiaire (4), interne audit anneau externe (3), et comprenant une pluralité de barreaux (41) constitués d'un matériau ferromagnétique et alignés de façon circonférentielle ;
 - un anneau interne (5), interne audit anneau intermédiaire (4), et comprenant des deuxièmes éléments (51) pour générer une pluralité de deuxièmes pôles magnétiques ;
- un desdits anneaux (3, 4, 5) étant fixe,
- et deux autres desdits anneaux (3, 4, 5) étant mobiles en rotation autour d'un axe de révolution (Z) central commun auxdits anneaux (3, 4, 5) ;
- le système d'entraînement (1) comprenant en outre :
- un organe d'entrée comprenant une roue dentée (21) d'une boîte de transmission (2) de ladite turbomachine d'aéronef, apte à être mise en rotation et couplée mécaniquement à un parmi lesdits deux anneaux mobiles en rotation ;
 - un organe de sortie comprenant un arbre (6) dudit accessoire, apte être mis en rotation et couplé mécaniquement à l'autre parmi lesdits deux anneaux mobiles en rotation ;
- ledit anneau intermédiaire (4) étant configuré pour être couplé magnétiquement auxdits anneaux interne (5) et externe (3) par l'intermédiaire desdits premiers et deuxièmes pôles magnétiques, de façon à permettre une transmission sans contact mécanique, d'un couple, dudit organe d'entrée audit organe de sortie, avec un rapport de transmission strictement plus petit que 1.

2. Système d'entraînement (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que lesdits anneaux (3, 4, 5) sont sans contact mécanique entre eux.
- 5
3. Système d'entraînement (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que des premiers éléments (31) et/ou des deuxièmes éléments (51) comprennent un aimant permanent.
- 10
4. Système d'entraînement (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que des premiers éléments (31) et/ou des deuxièmes éléments (51) comprennent un électroaimant.
- 15
5. Système d'entraînement (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce qu'il comprend en outre une unité de contrôle et une connexion électrique de cette unité de contrôle à au moins une sélection des électroaimants pour changer le signe de certains desdits premiers et/ou deuxièmes pôles magnétiques, de façon à
- 20
- modifier ledit rapport de transmission.
6. Système d'entraînement (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdits premiers éléments (31) sont agencés symétriquement par rapport audit axe de révolution (Z) le long dudit anneau externe (3), en ce que lesdits deuxièmes éléments (51) sont agencés symétriquement par rapport audit axe de révolution (Z) le long dudit anneau interne (5), et en ce que lesdits barreaux (41) sont agencés symétriquement par rapport
- 25
- audit axe de révolution (Z) le long dudit anneau intermédiaire (4).
- 30

- 5 7. Système d'entraînement (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend deux fois plus de premiers éléments (31) que de deuxièmes éléments (51).
- 10 8. Système d'entraînement (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que lesdits deux autres anneaux sont mobiles en rotation dans un même sens.
9. Système d'entraînement (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que lesdits deux autres anneaux mobiles en rotation sont contrarotatifs.
- 15 10. Système d'entraînement (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit rapport de transmission est compris entre $1/4$ et 1.
- 20 11. Kit d'éléments comprenant :
- le système d'entraînement (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes ;
 - ladite boîte de transmission (2),
celle-ci comprenant un ensemble de roues dentées, dont
ladite roue dentée (21), s'engrenant ensemble pour entraîner
25 une pluralité d'accessoires de ladite turbomachine, dont ledit
accessoire.
- 30 12. Kit d'éléments selon la revendication précédente, caractérisé en ce que ladite boîte de transmission (2) comprend un carter (22) enfermant au moins partiellement lesdites roues dentées et

comprenant une ouverture circulaire (23) pour accueillir ledit anneau externe (3).

- 5 13. Kit d'éléments selon la revendication précédente, caractérisé en ce que ledit anneau externe (3) est fixé audit carter (22), et en ce que lesdits anneaux intermédiaire (4) et interne (5) sont mobiles en rotation autour dudit axe de révolution (Z).
- 10 14. Kit d'éléments selon la revendication précédente, caractérisé en ce que ledit anneau intermédiaire (4) est couplé mécaniquement audit arbre (6) dudit accessoire, et en ce que ledit anneau interne (5) est couplé mécaniquement à ladite roue dentée (21) de ladite boîte de transmission (2).
- 15 15. Kit d'éléments selon l'une quelconque des revendications 11 à 14, caractérisé en ce qu'il comprend un autre système d'entraînement selon l'une quelconque des revendications 1 à 10 dont un des anneaux est couplé mécaniquement à ladite roue dentée (21).
- 20 16. Kit d'éléments selon l'une quelconque des revendications 11 à 15, caractérisé en ce qu'il comprend en outre ledit accessoire.
- 25 17. Kit d'éléments selon la revendication précédente, caractérisé en ce que ledit accessoire comprend un parmi : une pièce d'un groupe de lubrification, une pompe hydraulique, un générateur.
18. Kit d'éléments selon l'une quelconque des revendications 11 à 17, caractérisé en ce que ladite roue dentée (21) et ledit arbre (6) sont aptes à être mis en rotation autour dudit axe de révolution (Z).

19. Turbomachine d'aéronef comprenant un kit d'éléments selon l'une quelconque des revendications 11 à 18.

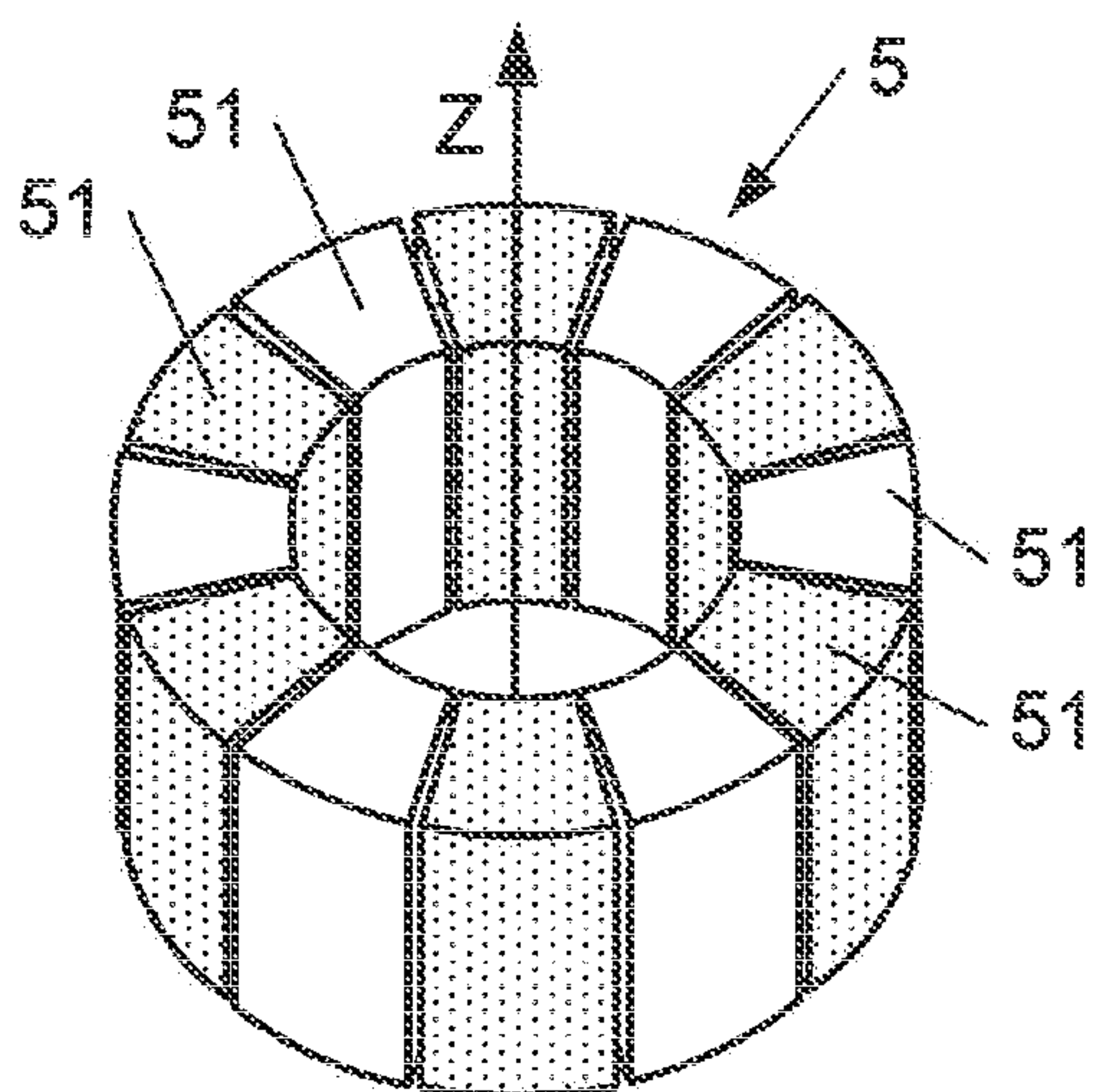


Fig. 1A

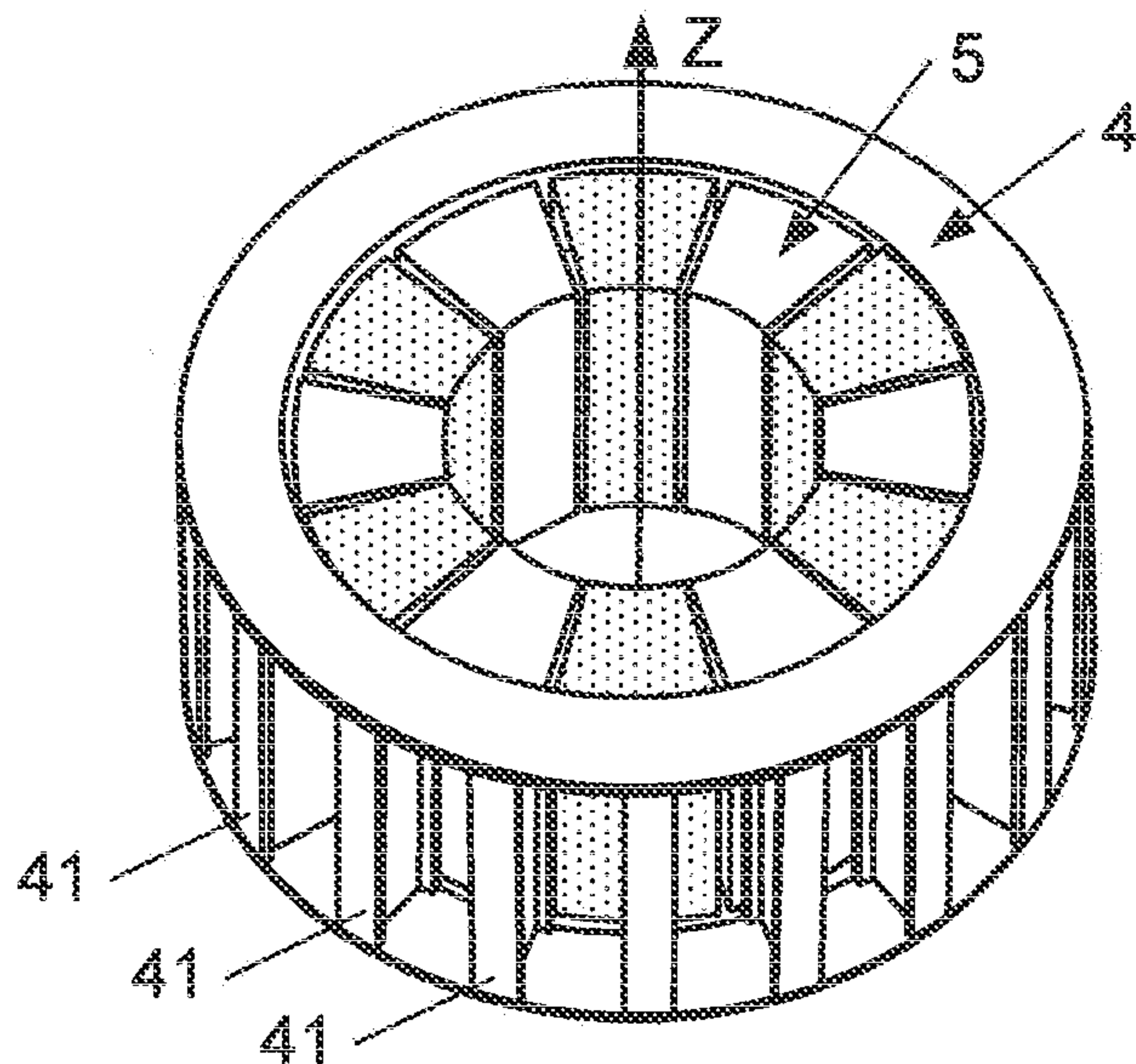


Fig. 1B

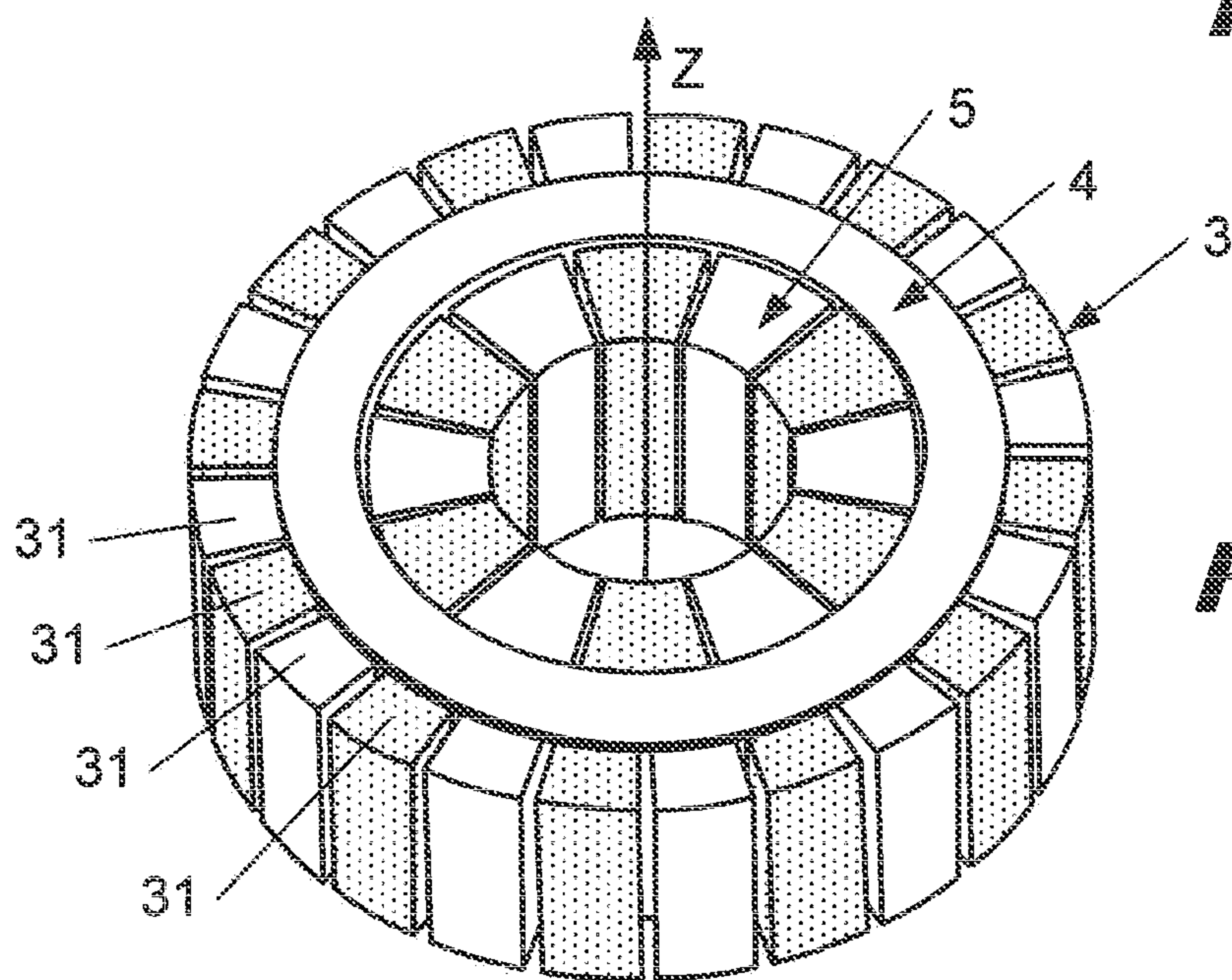
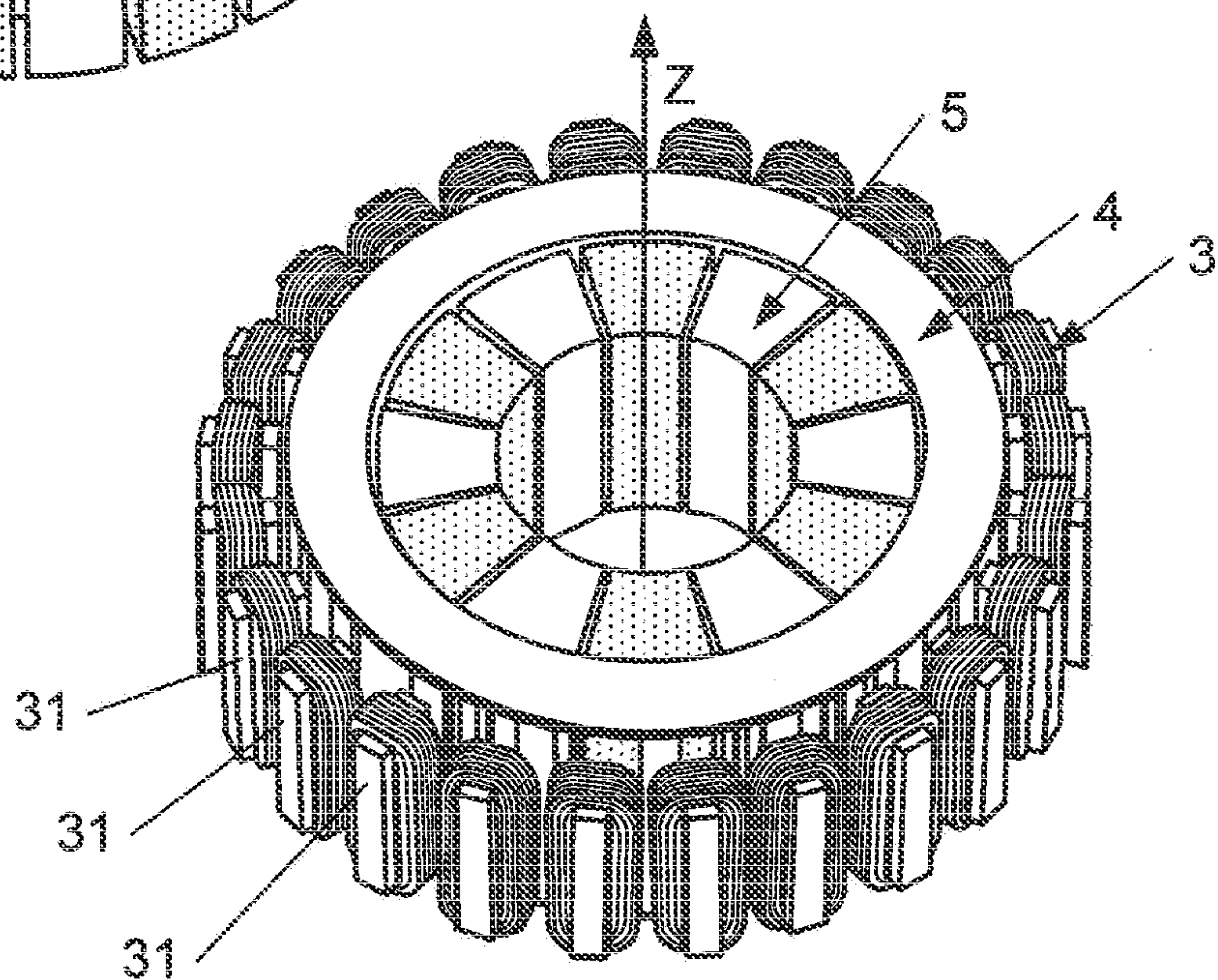
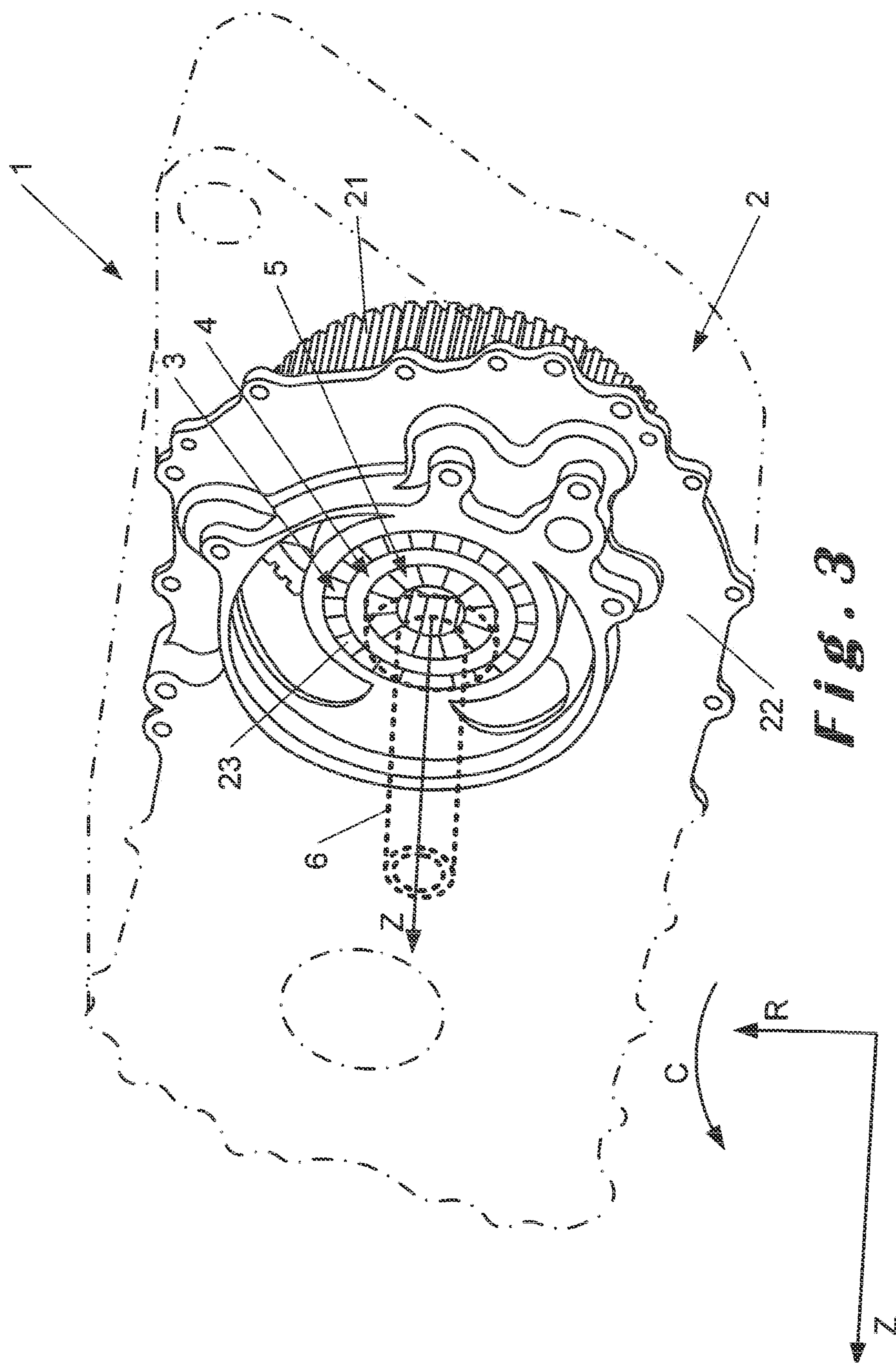


Fig. 1C

Fig. 2





TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL ÉTABLI EN VERTU
DE L'ARTICLE XI.23., §10 DU CODE DE DROIT ÉCONOMIQUE BELGE

IDENTIFICATION DE LA DEMANDE INTERNATIONALE	REFERENCE DU DEPOSANT OU DU MANDATAIRE
	PAT2537955BE00
Demande nationale belge n°	Date du dépôt
201905289	30-04-2019
	Date de priorité revendiquée
Déposant (Nom)	
SAFRAN AERO BOOSTERS S.A.	
Date de la requête d'une recherche de type international	Numéro attribué par l'administration chargée de la recherche internationale à la requête d'une recherche de type international
25-05-2019	SN73773
I. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE (en cas de plusieurs symboles de la classification, les indiquer tous)	
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB	
Voir rapport de recherche	
II. DOMAINES RECHERCHES	
Documentation minimale consultée	
Système de classification	Symboles de la classification
IPC	Voir rapport de recherche
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents font partie des domaines consultés	
III. ☐ IL A ETE ESTIME QUE CERTAINES REVENDICATIONS NE POUVAIENT FAIRE L'OBJET D'UNE RECHERCHE (Observations sur la feuille supplémentaire)	
IV. ☐ ABSENCE D'UNITE DE L'INVENTION ET/OU CONSTATATION RELATIVE A L'ETENDUE DE LA RECHERCHE (Observations sur la feuille supplémentaire)	

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

Demande de recherche No
BE 201905289

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
INV. F02C7/32 H02K7/10 H02K49/00
ADD.

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)
F02C 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 réalisable, termes de recherche utilisés)
EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	W0 2016/059346 A1 (HISPANO SUIZA SA [FR]) 21 avril 2016 (2016-04-21) * page 8, ligne 20 - page 10, ligne 16 * * figures 4a, 4b * -----	1-19
A	W0 2015/121647 A1 (MAGNOMATICS LTD [GB]) 20 août 2015 (2015-08-20) * le document en entier * -----	1-19
A	EP 2 330 724 A1 (RINGFEDER POWER TRANSMISSION GMBH [DE]) 8 juin 2011 (2011-06-08) * le document en entier * -----	1-19

☐ 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 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, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- "T" document ultérieur publié après la date de dépôt 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 de type international a été effectivement achevée

14 janvier 2020

Date d'expédition du rapport de recherche de type international

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

Fortugno, Eugenio

RAPPORT DE RECHERCHE DE TYPE INTERNATIONAL

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande de recherche n
BE 201905289

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
WO 2016059346	A1	21-04-2016	CA	2964332 A1	21-04-2016
			CN	107076030 A	18-08-2017
			EP	3207235 A1	23-08-2017
			FR	3027367 A1	22-04-2016
			JP	2017538897 A	28-12-2017
			RU	2017116922 A	20-11-2018
			US	2017306854 A1	26-10-2017
			WO	2016059346 A1	21-04-2016

WO 2015121647	A1	20-08-2015	CN	105993126 A	05-10-2016
			CN	108390539 A	10-08-2018
			EP	3105847 A1	21-12-2016
			JP	2017507639 A	16-03-2017
			US	2016359441 A1	08-12-2016
			WO	2015121647 A1	20-08-2015

EP 2330724	A1	08-06-2011	BR 112012013274	A2	01-03-2016
			CN	102714454 A	03-10-2012
			EP	2330724 A1	08-06-2011
			ES	2392315 T3	07-12-2012
			JP	5416287 B2	12-02-2014
			JP	2013513077 A	18-04-2013
			US	2013113317 A1	09-05-2013
			WO	2011067344 A1	09-06-2011



OPINION ÉCRITE

Dossier N° SN73773	Date du dépôt(jour/mois/année) 30.04.2019	Date de priorité (jour/mois/année)	Demande n° BE201905289
Classification internationale des brevets (CIB) INV. F02C7/32 H02K7/10 H02K49/00			
Déposant SAFRAN AERO BOOSTERS S.A.			

La présente opinion contient des indications et les pages correspondantes relatives aux points suivants :

- ☒ Cadre n° I Base de l'opinion
- ☐ Cadre n° II Priorité
- ☐ Cadre n° III Absence de formulation d'opinion quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle
- ☐ Cadre n° IV Absence d'unité de l'invention
- ☒ Cadre n° V Déclaration motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration
- ☐ Cadre n° VI Certains documents cités
- ☐ Cadre n° VII Irrégularités dans la demande
- ☐ Cadre n° VIII Observations relatives à la demande

Formulaire BE237A (feuille de couverture) (Janvier 2007)	Examineur Fortugno, Eugenio
--	--------------------------------

OPINION ÉCRITE

Demande n°
BE201905289

Cadre n° I Base de l'opinion

1. Cette opinion a été établie sur la base des revendications déposées avant le commencement de la recherche.
2. En ce qui concerne **la ou les séquences de nucléotides ou d'acides aminés** divulguées dans la demande, le cas échéant, cette opinion a été effectuée sur la base des éléments suivants :
 - a. Nature de l'élément:
 - ☐ un listage de la ou des séquences
 - ☐ un ou des tableaux relatifs au listage de la ou des séquences
 - b. Type de support:
 - ☐ sur papier
 - ☐ sous forme électronique
 - c. Moment du dépôt ou de la remise:
 - ☐ contenu(s) dans la demande telle que déposée
 - ☐ déposé(s) avec la demande, sous forme électronique
 - ☐ remis ultérieurement
3. ☐ De plus, lorsque plus d'une version ou d'une copie d'un listage des séquences ou d'un ou plusieurs tableaux y relatifs a été déposée, les déclarations requises selon lesquelles les informations fournies ultérieurement ou au titre de copies supplémentaires sont identiques à celles initialement fournies et ne vont pas au-delà de la divulgation faite dans la demande internationale telle que déposée initialement, selon le cas, ont été remises.
4. Commentaires complémentaires :

OPINION ÉCRITE

Demande n°
BE201905289

Cadre n° V Opinion motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration

1. Déclaration

Nouveauté	Oui :	Revendications	
	Non :	Revendications	1-19
Activité inventive	Oui :	Revendications	
	Non :	Revendications	1-19
Possibilité d'application industrielle	Oui :	Revendications	1-19
	Non :	Revendications	

2. Citations et explications

voir feuille séparée

Box V

- 1 **Déclaration motivée quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration**
- 1.1 Il est fait référence au document suivant:
D1 WO 2016/059346 A1
- 1.2 La présente demande ne remplit pas les conditions de brevetabilité, l'objet de la revendication 1 n'étant pas nouveau.
- 1.3 Le document D1 décrit (les références entre parenthèses s'appliquent à ce document) un système d'entraînement pour entraîner un accessoire d'une turbomachine d'aéronef (voir pag. 8, l. 20 jusqu'à pag. 10, l. 16 et fig. 4a-4b) et comprenant:
- un anneau externe (23) comprenant des premiers éléments pour générer une pluralité de premiers pôles magnétiques alignés de façon circonférentielle (pag. 9, l. 16-17);
- un anneau intermédiaire (26), interne audit anneau externe, et comprenant une pluralité de barreaux constitués d'un matériau ferromagnétique et alignés de façon circonférentielle (pag. 9, l. 18-20);
- un anneau interne (22), interne audit anneau intermédiaire, et comprenant des deuxièmes éléments pour générer une pluralité de deuxièmes pôles magnétiques; un desdits anneaux étant fixe, et deux autres desdits anneaux étant mobiles en rotation autour d'un axe de révolution Z central commun auxdits anneaux (pag. 9, l. 12-14);
le système d'entraînement comprenant en outre :
- un organe d'entrée (14) comprenant une roue dentée (13) d'une boîte de transmission (AGB 1) de ladite turbomachine d'aéronef, apte à être mise en rotation et couplée mécaniquement à un parmi lesdits deux anneaux mobiles en rotation;
- un organe de sortie (30) comprenant un arbre dudit accessoire, apte être mis en rotation et couplé mécaniquement à l'autre parmi lesdits deux anneaux mobiles en rotation; ledit anneau intermédiaire étant configuré pour être couplé magnétiquement auxdits anneaux interne et externe par l'intermédiaire desdits premiers et deuxièmes pôles magnétiques, de façon à permettre une transmission sans contact mécanique, d'un couple, dudit organe d'entrée audit organe de sortie, avec un rapport de transmission strictement plus petit que 1 (pag. 9, l. 18-28).

D1 divulgue ainsi toutes les caractéristiques définies dans la revendication 1, en combinaison. L'objet de la revendication 1 n'est donc pas conforme au critère de nouveauté. Par conséquent, l'objet de la revendication 1 n'est pas nouveau.

- 1.4 Les revendications dépendantes 2-19 ne contiennent aucune caractéristique qui, en combinaison avec celles de l'une quelconque des revendications à laquelle elles se réfèrent, définisse un objet qui satisfasse aux exigences de la nouveauté et/ou de l'activité inventive.
- 1.5 L'objet des revendications 2, 3, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 18, 19 est anticipé par D1 (voir pag. 8, l. 20 jusqu'à pag. 9 l. 31).
- 1.6 L'objet des revendications 4, 5, 7, 9, 14, 17, ne représente que l'une des options que l'homme du métier sélectionnerait, selon le cas, parmi plusieurs possibilités évidentes, afin de résoudre le problème posé, sans faire preuve d'esprit inventif.