

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2020/160877 A1

(43) Date de la publication internationale
13 août 2020 (13.08.2020)

(51) Classification internationale des brevets :

F04D 25/02 (2006.01) F04D 29/62 (2006.01)
F04D 25/06 (2006.01) H02K 1/27 (2006.01)

(71) Déposant : **IFP ENERGIES NOUVELLES** [FR/FR] ; 1
& 4 avenue du Bois-Préau, 92852 RUEIL-MALMAISON
(FR).

(21) Numéro de la demande internationale :

PCT/EP2020/050744

(72) Inventeurs : **LE BERR, Fabrice** ; 1 et 4 avenue
de Bois Préau, 92852 RUEIL-MALMAISON CEDEX
(FR). **MILOSAVLJEVIC, Misa** ; 1 et 4 avenue de
Bois Préau, 92852 RUEIL-MALMAISON CEDEX (FR).
GROSJEAN, Denis ; 1 et 4 avenue de Bois Préau, 92852
RUEIL-MALMAISON CEDEX (FR).

(22) Date de dépôt international :

14 janvier 2020 (14.01.2020)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

1901073 04 février 2019 (04.02.2019) FR

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

(54) Title: DEVICE FOR COMPRESSING A FLUID DRIVEN BY AN ELECTRIC MACHINE WITH A ROTOR EQUIPPED WITH A SOLID CYLINDRICAL MAGNET

(54) Titre : DISPOSITIF DE COMPRESSION D'UN FLUIDE ENTRAÎNÉ PAR UNE MACHINE ÉLECTRIQUE AVEC ROTOR ÉQUIPÉ D'UN AIMANT CYLINDRIQUE PLEIN

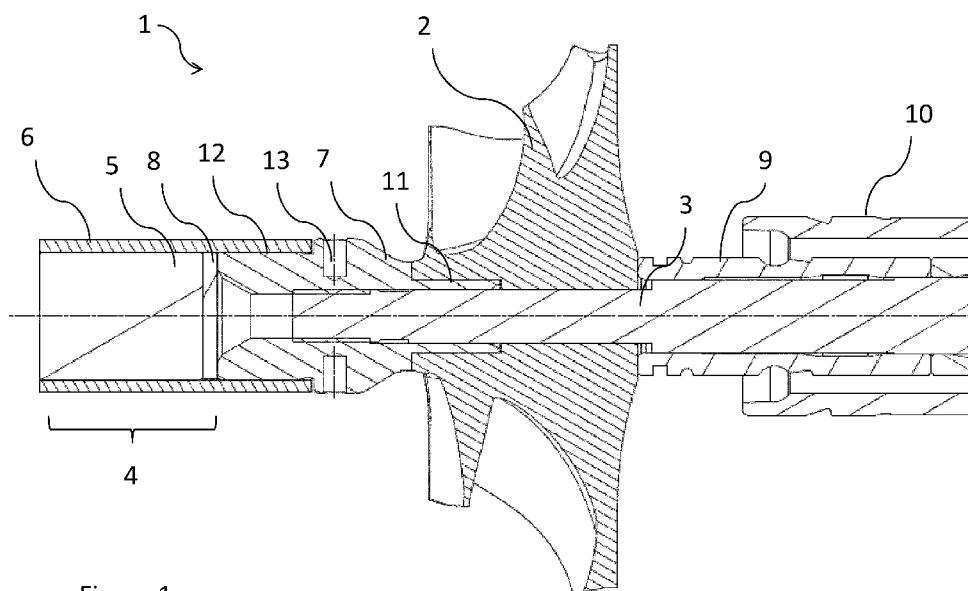


Figure 1

(57) Abstract: The present invention relates to a compression device driven by an electric machine, for which the rotor (4) comprises a cylindrical magnet (5) and a hoop (6), preferably non-magnetic. According to the invention, the cylindrical magnet (5) is solid, and the cylindrical magnet (5) is fixed to a support part (7) by means of the hoop (6), the support part (7) being fixed on one end of the compression shaft (3).

(57) Abrégé : La présente invention concerne un dispositif de compression entraîné par une machine électrique, pour lequel le rotor



WO 2020/160877 A1

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

- (84) États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(4) comprend un aimant cylindrique (5) et une frette (6), de préférence amagnétique. Selon l'invention, l'aimant cylindrique (5) est plein, et l'aimant cylindrique (5) est fixé sur une pièce support (7) au moyen de la frette (6), la pièce de support (7) étant fixée sur une extrémité de l'arbre de compression (3).

DISPOSITIF DE COMPRESSION D'UN FLUIDE ENTRAINE PAR UNE MACHINE ELECTRIQUE AVEC ROTOR EQUIPE D'UN AIMANT CYLINDRIQUE PLEIN

Domaine technique

5 La présente invention concerne le domaine des dispositifs de compression entraînés par une machine électrique, en particulier l'invention concerne un turbocompresseur entraîné par une machine électrique.

10 Elle concerne notamment un dispositif pour comprimer un fluide gazeux, ici de l'air, par un compresseur, seul ou associé à une turbine pour former un turbocompresseur, pour ensuite l'envoyer vers tous appareils, et plus particulièrement à l'admission d'un moteur à combustion interne.

15 En effet, comme cela est largement connu, la puissance délivrée par un moteur à combustion interne est dépendante de la quantité d'air introduite dans la chambre de combustion de ce moteur, quantité d'air qui est elle-même proportionnelle à la densité de cet air.

20 Ainsi, il est habituel d'augmenter cette quantité d'air au moyen d'une compression de l'air extérieur avant qu'il ne soit admis dans cette chambre de combustion lors d'un besoin d'une forte puissance. Cette opération, appelée suralimentation, peut être réalisée par tous moyens, tel qu'un compresseur seul entraîné électriquement par une machine électrique (compresseur électrifé), ou par un compresseur associé à une turbine et à une machine électrique pour former un turbocompresseur électrifé.

25 **Technique antérieure**

Dans les deux cas précités, la machine électrique associée au compresseur peut être de différents types.

30 L'un de ces types est une machine électrique à faible entrefer et bobinages proches du rotor qui permet un guidage optimal du flux magnétique et un rendement optimisé. Ce type de machine électrique présente l'avantage d'une certaine compacité, qui peut parfois devenir

problématique pour son refroidissement et qui demande l'utilisation d'un système spécifique pour évacuer ses pertes.

Afin de ne pas être intrusif sur l'entrée d'air du compresseur, ce type de machine électrique est classiquement positionné au dos du compresseur dans le cas d'un compresseur électrifié, ou entre le compresseur et la turbine dans le cas d'un turbocompresseur électrifié, et cela malgré la présence d'un environnement thermique défavorable dans ce dernier car proche de la turbine. Généralement, la liaison entre le compresseur, la turbine et la machine électrique est rigide. Ce type de machine peut aussi être positionné côté compresseur mais à une distance relativement éloignée de l'entrée d'air afin de ne pas perturber cette dernière. La liaison entre le compresseur et la machine électrique est alors rigide ou réalisée à l'aide d'un accouplement mécanique ou magnétique.

Ce type de système est mieux décrit dans les brevets US 2014/0373532, US 8,157,543, US 8,882,478, US 2010/0247342, US 6,449,950, US 7,360,361, EP 0 874 953 ou EP 0 912 821.

15

Un autre de ces types est une machine électrique à fort entrefer (appelée machine à « Air Gap »), dont l'entrefer peut parfois mesurer plusieurs centimètres afin de laisser passer le fluide de travail dans cet entrefer permettant ainsi une intégration au plus proche des systèmes de compression, dans un environnement thermique nettement plus favorable.

20

Cette disposition de machine électrique présente néanmoins le désavantage de perturber et limiter le passage du flux magnétique entre le rotor et le stator au travers du grand entrefer, ce qui contribue à limiter le rendement intrinsèque de la machine électrique ainsi que ses performances spécifiques (puissance massique et volumique). Les pertes élevées sur ce type de concept obligent aussi à développer un refroidissement spécifique pour évacuer les calories du rotor et du stator ou à limiter les performances spécifiques.

25

Ce type de machine électrique est notamment décrit dans les brevets EP 1 995 429, US 2013/169074 ou US 2013/043745.

30

Un troisième type de machine électrique est une machine à grille statorique, c'est-à-dire une machine électrique ayant un stator ayant des dents statoriques autour desquelles sont montées des bobines, ces dents statoriques étant de grandes dimensions pour permettre un passage du flux d'air. Les machines à grille statorique sont des machines électriques à faible entrefer et bobinages éloignés du rotor. Ce type de machine électrique

peut être placé en à l'admission du compresseur. Une telle machine à grille statorique est décrite notamment dans les demandes de brevet WO2013/050577 et FR 3048022.

5 Une des problématiques de l'électrification des compresseurs concerne la conception du rotor et sa connexion à l'arbre du compresseur. Cette conception est souvent complexe (utilisation de vis), et peu compatible avec un procédé industriel de fabrication en grande série.

10 La demande de brevet dont le numéro de dépôt est FR 17/61.576 détaille plusieurs structures de rotor électrique et de montage du rotor sur l'arbre d'un turbo compresseur, en rapportant un rotor sur un arbre débouchant côté compresseur. Ces structures sont intéressantes pour intégrer des rotors sur des turbocompresseurs déjà réalisés. Toutefois, ces structures sont la plupart du temps difficilement compatibles avec un procédé industriel de fabrication en grande série, étant donné les tolérances de fabrication et les opérations d'équilibrage nécessaires à réaliser sur le rotor pour arriver à un tel système. De plus, ces
15 solutions nécessitent l'usinage d'un alésage au sein d'un aimant, ce qui est complexe et qui réduit les performances magnétiques de l'aimant.

Résumé de l'invention

20 Pour réduire la complexité du procédé de fabrication et d'assemblage et pour être compatible avec un procédé industriel de fabrication en grande série, la présente invention concerne un dispositif de compression entraîné par une machine électrique, pour lequel le rotor comprend un aimant cylindrique et une frette, de préférence amagnétique. Selon l'invention, l'aimant cylindrique est plein (c'est-à-dire sans alésage), et l'aimant cylindrique est fixé sur une pièce support au moyen de la frette, la pièce de support étant fixée sur une
25 extrémité de l'arbre de compression. Ainsi, cette solution ne nécessite aucun alésage de l'aimant cylindrique, ce qui permet de simplifier la fabrication du dispositif de compression, et d'augmenter les performances magnétiques de l'aimant. Par conséquent, les performances de la machine électrique peuvent être augmentées et/ou les dimensions de la machine électrique peuvent être réduites. De plus, le montage du rotor avec l'arbre de compression est simplifié.

30

L'invention concerne un dispositif de compression d'un fluide entraîné par une machine électrique, ladite machine électrique comprenant un rotor et un stator, ledit rotor comprenant un aimant cylindrique et une frette, ledit dispositif de compression comprenant un arbre de

compression sur lequel est montée au moins une roue de compression, et une pièce de support étant fixée à une extrémité dudit arbre de compression. Ledit aimant cylindrique est une pièce pleine, et en ce que ledit rotor est fixé sur ladite pièce de support au moyen de ladite frette qui enveloppe au moins une partie de ladite pièce de support.

5 Selon un mode de réalisation, ladite pièce de support est fixée avec ledit arbre de compression par une liaison filetée.

Selon un aspect, ladite pièce de support comporte des moyens de manipulation de ladite pièce de support.

10 Conformément à une mise en œuvre de l'invention, ladite pièce de support comporte une portion cylindrique insérée dans ladite roue de compression.

Selon une caractéristique, ladite pièce de support comporte une portion cylindrique pour ladite frette.

Avantageusement, ladite frette est réalisée dans un matériau amagnétique, de préférence en titane ou en carbone.

15 De préférence, ledit rotor comporte une butée amagnétique entre ledit aimant cylindrique et ladite pièce de support.

Selon un aspect, ledit rotor a un diamètre extérieur inférieur ou égal au diamètre du nez de ladite roue de compression.

20 De manière avantageuse, lequel ledit dispositif de compression est un turbocompresseur associant une turbine et un compresseur, notamment pour un moteur à combustion interne, ou une microturbine.

De préférence, lequel ladite machine électrique est agencée dans l'admission du gaz dudit turbocompresseur.

25 Selon une option de réalisation, lequel ladite machine électrique est une machine à grille statorique.

De plus, l'invention concerne un procédé de fabrication d'un dispositif de compression entraîné par une machine électrique, ladite machine électrique comprenant un rotor et un stator, ledit dispositif de compression comprenant un arbre de compression sur lequel est monté au moins une roue de compression. Pour ce procédé, on réalise les étapes suivantes :

- a) on fixe ledit aimant cylindrique plein sur ladite pièce de support au moyen de ladite frette, qui enveloppe ledit aimant cylindrique et au moins une portion de ladite pièce de support ;
- 35 b) on monte ladite roue de compression sur ledit arbre de compression ;

- c) on fixe ladite pièce de support sur une extrémité dudit arbre de compression, notamment au moyen d'un assemblage fileté.

En outre, l'invention concerne un procédé de fabrication d'un dispositif de compression entraîné par une machine électrique, ladite machine électrique comprenant un rotor et un stator, ledit dispositif de compression comprenant un arbre de compression sur lequel est monté au moins une roue de compression. Pour ce procédé, on réalise les étapes suivantes :

- a) on monte ladite roue de compression sur ledit arbre de compression ;
- b) on fixe ladite pièce de support avec ledit rotor sur une extrémité dudit arbre de compression, notamment au moyen d'un assemblage fileté ; et l'étape b) comportant une sous étape qui est;
- i) on fixe ledit aimant cylindrique plein sur ladite pièce de support au moyen de ladite frette, qui enveloppe ledit aimant cylindrique et au moins une portion de ladite pièce de support.

15 Liste des figures

D'autres caractéristiques et avantages du dispositif et du procédé selon l'invention, apparaîtront à la lecture de la description ci-après d'exemples non limitatifs de réalisations, en se référant à la figure annexée et décrite ci-après.

[Fig 1]

20 La figure 1 illustre un dispositif de compression selon un mode de réalisation de l'invention.

Description des modes de réalisation

La présente invention concerne un dispositif de compression d'un fluide, notamment d'un gaz, entraîné par une machine électrique. En d'autres termes, l'invention concerne l'ensemble formé par la machine électrique et le dispositif de compression. De préférence, le dispositif de compression est prévu pour comprimer de l'air.

Le dispositif de compression d'un fluide comprend un arbre, dit arbre de compression, sur lequel est montée une roue de compression (également appelée aube).

La machine électrique comprend un rotor et un stator. Le rotor est lié à l'arbre de compression, au moyen d'une pièce de support, afin de transmettre ou de prélever le couple de la machine électrique à l'arbre de compression et à la roue de compression et inversement. Pour cela, la pièce de support est fixée, d'une part, à une extrémité de l'arbre

de compression, et est fixée, d'autre part, au rotor. La pièce de support peut être réalisée en un matériau magnétique ou amagnétique.

Le rotor comporte au moins :

- un aimant cylindrique, l'aimant interagit avec des bobines du stator de manière à créer le mouvement de rotation du rotor, et
- une frette, de préférence en matériau amagnétique, par exemple en titane ou en carbone, pour comprimer l'aimant et retenir axialement l'aimant cylindrique du rotor, la frette peut avoir une forme sensiblement cylindrique enveloppant l'aimant cylindrique. De plus, le matériau amagnétique permet d'éviter les fuites magnétiques.

Selon l'invention, l'aimant cylindrique est une pièce pleine. En d'autres termes, l'aimant cylindrique est un cylindre plein sans trous, alésages ou perçages, etc. Ainsi, cette solution ne nécessite aucune opération d'usinage (par exemple alésage) de l'aimant cylindrique, ce qui permet de simplifier la fabrication du dispositif de compression, et d'augmenter les performances magnétiques de l'aimant (le volume de l'aimant est plus important). Par conséquent, les performances de la machine électrique peuvent être augmentées et/ou les dimensions de la machine électrique peuvent être réduites. De préférence, le rotor selon l'invention peut comporter radialement au maximum les éléments suivants : aimant cylindrique et frette.

De plus, selon l'invention, le rotor est fixé sur la pièce de support au moyen de la frette du rotor. En d'autres termes, la frette cylindrique enveloppe d'une part l'aimant cylindrique et d'autre part une portion de la pièce de support. Ainsi, le montage de l'aimant sur la pièce de support est simplifié. De cette manière, l'assemblage du dispositif de compression et du rotor est simplifié et peut être mis en œuvre de manière industrielle.

Selon un mode de réalisation de l'invention, la pièce de support peut être fixée sur l'arbre de compression au moyen d'un assemblage fileté. Par exemple, l'extrémité de l'arbre de compression peut comprendre un filetage et la pièce de support peut comprendre un alésage taraudé.

Pour ce mode de réalisation, la pièce de support peut comporter des moyens de préhension/manipulation de la pièce de support, dans le but de faire tourner la pièce de support, et par conséquent pour réaliser la fixation par l'assemblage fileté. Ces moyens de préhension/manipulation peuvent être notamment des orifices pour l'insertion d'outils, des pans pour former un embout de manipulation, etc.

Selon un aspect de l'invention, la pièce de support peut comporter une portion cylindrique insérée dans la roue de compression. Cette portion cylindrique entoure l'arbre de compression et est insérée dans l'alésage de la roue de compression. Cette portion cylindrique assure un centrage long du rotor par rapport à l'arbre de compression, ce qui permet une meilleure coaxialité de l'arbre de compression avec la pièce de support. La portion cylindrique peut avoir un diamètre extérieur réduit par rapport au diamètre extérieur du rotor.

Avantageusement, la portion cylindrique enveloppant l'arbre de compression peut avoir une longueur axiale qui est comprise entre 2 et 3 fois le diamètre de l'arbre de compression, afin de permettre un centrage long optimisé.

Selon une première variante de ce mode de réalisation, la portion cylindrique a une longueur axiale qui correspond sensiblement à la longueur axiale de la roue de compression, afin de permettre un centrage long maximal et de rigidifier la roue de compression, en particulier pour les grandes vitesses de rotation. Cette configuration permet notamment de rigidifier la portion de l'arbre sous la roue compresseur qui peut être un point critique pour certains modes de flexion.

Selon une option de réalisation de l'invention, la pièce de support peut comporter une portion cylindrique destinée au positionnement de la frette. Cette portion cylindrique peut comporter avantageusement un diamètre externe égal au diamètre externe de l'aimant cylindrique.

Pour cette réalisation, la longueur de la frette peut être sensiblement égale au cumul de la longueur de l'aimant cylindrique et de la longueur de la portion cylindrique de la pièce de support destinée au positionnement de la frette.

Selon un aspect de l'invention, le rotor peut comporter en outre une butée amagnétique sur au moins un côté de l'aimant (longitudinalement). Cette butée amagnétique permet d'éviter les fuites magnétiques de l'aimant vers la pièce de support et l'arbre de compression. La butée amagnétique peut aussi jouer le rôle de barrière thermique pour protéger l'aimant sensible à la température.

Par exemple, le rotor peut comporter une butée amagnétique entre la pièce de support et l'aimant cylindrique. La butée amagnétique peut alors avoir sensiblement la forme d'un disque de diamètre égal au diamètre de l'aimant cylindrique. Ainsi, les fuites magnétiques de l'aimant cylindrique vers la pièce de support sont évitées.

5

Selon une option de réalisation, la longueur de la frette qui enveloppe la pièce de support peut être supérieure à 3 mm pour maintenir suffisamment le rotor.

De plus, la longueur de la frette qui enveloppe la pièce de support peut être inférieure à la longueur de la frette qui enveloppe l'aimant, de manière à limiter l'encombrement axial.

10

De préférence, la machine électrique peut être montée du côté de l'admission du dispositif de compression.

15

Selon un mode de réalisation de l'invention, le rotor (en l'occurrence la frette) peut avoir un diamètre extérieur inférieur ou égal au diamètre du nez de la roue de compression. De cette manière, le flux de gaz en entrée du dispositif de compression n'est pas entravé par l'arbre de rotor.

20

Conformément à une mise en œuvre de l'invention, le dispositif de compression est un turbocompresseur, notamment pour un moteur à combustion interne d'un véhicule. Il s'agit alors d'un turbocompresseur entraîné par une machine électrique. Dans ce cas, l'arbre de compression correspond à l'arbre du turbocompresseur qui lie la turbine du turbocompresseur au compresseur du turbocompresseur. Ainsi la machine électrique entraîne à la fois le compresseur et la turbine.

25

Selon une variante de cette mise en œuvre de l'invention, la machine électrique peut être agencée dans l'admission du gaz (généralement de l'air) du système du turbocompresseur. Cette solution présente un avantage double : la machine électrique peut être refroidie par le flux de gaz d'admission, et le gaz d'admission est chauffé par la machine électrique, ce qui peut être favorable dans certains modes de fonctionnement du moteur à combustion interne.

30

De préférence, la machine électrique peut être une machine électrique à grille statorique, c'est-à-dire une machine électrique ayant un stator comportant des dents

statoriques autour desquelles sont montées des bobines, ces dents statoriques étant de grandes dimensions pour permettre un passage du flux d'air. Une telle machine à grille statorique est décrite notamment dans les demandes de brevet WO2013/050577 et FR 3048022.

5

La figure 1 illustre, schématiquement et de manière non limitative, un mode de réalisation de l'invention. La figure 1 est une vue en coupe du dispositif de compression 1 entraîné par une machine électrique. Le dispositif de compression 1 comprend un arbre de compression 3 sur lequel est montée une roue de compression 2. L'extrémité de l'arbre de compression 3 est filetée pour le montage et maintien en position d'une pièce de support 7. Le rotor 4 est disposé à l'extrémité de la pièce de support 7. Le rotor 4 est formé par un aimant cylindrique 5 plein (sans alésage) et une frette 6. Le rotor 4 comporte en outre une butée 8 amagnétique et de forme d'un disque. La butée 8 est disposée entre l'aimant cylindrique 5 et la pièce de support 7. La frette 6 enveloppe également une portion cylindrique 12 de la pièce de support 7, afin de lier le rotor 4 et la pièce de support 7. Le diamètre extérieur de la frette 6 est sensiblement égal au diamètre du nez de la roue de compression 2. La frette 6 a une longueur sensiblement égale à la somme de la longueur de l'aimant cylindrique 5 et de la longueur de la portion cylindrique 12 de la pièce de support 7. La pièce de support 7 comporte à son autre extrémité une portion cylindrique 11 de faible diamètre insérée dans la roue de compression 2. De plus, la pièce de support 7 comporte des orifices borgnes 13 destinés à la manipulation de la pièce de support 7 pour sa fixation avec l'arbre de compression 3, notamment au moyen d'outils de manœuvre (non représentés). D'un côté, la roue de compression 2 est en butée contre la pièce de support 7. De l'autre côté, la roue de compression 2 est en butée contre un système de guidage 9, par exemple la bague intérieure d'un roulement, dont la bague extérieure 10 est représentée.

Des variantes de réalisation de ce mode de réalisation illustré peuvent être envisagées ; par exemple la portion cylindrique 11 peut avoir la longueur de la roue de compression 2, la portion cylindrique 11 peut avoir une longueur supérieure ou égale à la longueur de la roue de compression, la pièce de support 7 peut ne pas comporter de portion cylindrique 11, le rotor peut ne pas comporter de butée amagnétique 8, etc.

En outre, l'invention concerne un procédé de fabrication d'un dispositif de compression entraîné par une machine électrique, ladite machine électrique comprenant un rotor et un

stator, et ledit dispositif de compression comprenant un arbre de compression et une roue de compression. Pour ce procédé, on met en œuvre les étapes suivantes :

a) on fixe l'aimant cylindrique plein sur la pièce de support au moyen d'une frette, qui enveloppe l'aimant cylindrique et au moins une portion de la pièce de support

5 b) on monte la roue de compression sur l'arbre de compression

c) on fixe la pièce de support sur une extrémité de l'arbre de compression, notamment au moyen d'un assemblage fileté.

Alternativement, les étapes du procédé peuvent être les suivantes :

a) on monte la roue de compression sur l'arbre de compression

10 b) on fixe la pièce de support avec le rotor sur une extrémité de l'arbre de compression, notamment au moyen d'un assemblage fileté ; et l'étape b comportant une sous étape qui est

i) on fixe l'aimant cylindrique plein sur la pièce de support au moyen d'une frette, qui enveloppe l'aimant cylindrique et au moins une portion de la pièce de support.

15 Avantageusement, le procédé de fabrication peut être destiné à fabriquer un dispositif de compression selon une quelconque des variantes ou des combinaisons des variantes décrites précédemment. Par exemple, le procédé de fabrication peut être prévu pour fabriquer un dispositif de compression tel que décrit en référence à la figure 1.

20 Pour le mode de réalisation, pour lequel la fixation entre la pièce de support et l'arbre de compression est un assemblage fileté, on peut réaliser cette fixation par rotation de la pièce de support, notamment par un moyen de préhension/manipulation de la pièce de support.

25 Selon un mode de réalisation, l'étape de montage de la roue de compression sur l'arbre de compression peut comprendre l'insertion d'une portion cylindrique de la pièce de support dans la roue de compression.

Conformément à une mise en œuvre de l'invention, l'étape de fixation de l'aimant cylindrique sur la pièce support au moyen de la frette peut comprendre l'insertion d'un butée amagnétique entre l'aimant cylindrique et la pièce de support.

Conformément à un mode de réalisation du procédé, l'ensemble dispositif de compression, ou éventuellement turbocompresseur, et machine électrique peut être installé dans une boucle d'air d'un moteur à combustion interne.

5 Avantageusement, on peut placer la machine électrique dans la conduite d'admission d'air, de sorte que le flux d'air qui entre dans le dispositif de compression traverse d'abord la machine électrique. Cette solution présente un avantage double : la machine électrique peut être refroidie par le flux de gaz d'admission, et le gaz d'admission est chauffé par la machine électrique, ce qui peut être favorable dans certains modes de fonctionnement du moteur à combustion interne.

10

Le procédé de fabrication peut comporter en outre une étape d'installation du stator autour du rotor.

15 De manière avantageuse, le procédé de fabrication selon l'invention peut concerner l'électrification d'un dispositif de compression ou d'un turbocompresseur classique (équipé d'une roue de compression et d'un arbre de compression mais initialement sans entraînement électrique). Pour cela, la roue de compression et l'arbre de compression peuvent être une roue et un arbre de compression, pour lequel on réalise les étapes a) à c) décrites ci-dessus.

20 Dans ce cas, le procédé peut comporter une étape supplémentaire de remplacement de l'arbre de compression, par un arbre de compression plus long.

En outre, l'invention est également adaptée pour les systèmes de production d'énergie tels que les microturbines.

25

L'invention présente les intérêts fonctionnels suivants, elle permet de :

- Créer un rotor magnétique, permettant la mise en rotation de l'arbre, grâce à la génération d'un champ magnétique tournant par l'intermédiaire d'un stator comportant des bobinages (par exemple triphasés),

- Assurer la tenue mécanique de l'ensemble formant le rotor, notamment vis-à-vis des forces centrifuges qui s'appliquent lors de la mise en rotation, notamment grâce à la frette,

5 - Garantir de bonnes performances électriques, en termes de puissance mais aussi de rendement, de façon à limiter l'échauffement interne du rotor (et donc la démagnétisation) et simplifier son refroidissement, notamment grâce à l'aimant cylindrique plein,

- Respecter un haut niveau de concentricité entre le rotor électrique et l'arbre du turbocompresseur afin d'obtenir un système mécanique complet (arbre turbocompresseur avec rotor de la machine électrique) équilibrable avec minimum de balourd,

10 - Présenter une structure compatible avec l'assemblage de la roue compresseur sur l'arbre turbocompresseur,

- Réaliser le serrage de la roue compresseur et précharger les roulements des paliers turbocompresseur, et

- Etre compatible avec un outillage et un procédé de réalisation de turbocompresseur électrique de grande série.

Revendications

1. Dispositif de compression d'un fluide entraîné par une machine électrique, ladite machine électrique comprenant un rotor (4) et un stator, ledit rotor (4) comprenant un aimant cylindrique (5) et une frette (6), ledit dispositif de compression comprenant un arbre de compression (3) sur lequel est montée au moins une roue de compression (2), et une pièce de support (7) étant fixée à une extrémité dudit arbre de compression (3), caractérisé en ce que ledit aimant cylindrique (5) est une pièce pleine, et en ce que ledit rotor (4) est fixé sur ladite pièce de support (7) au moyen de ladite frette (6) qui enveloppe au moins une partie de ladite pièce de support (7).
2. Dispositif de compression selon la revendication 1, dans lequel ladite pièce de support (7) est fixée avec ledit arbre de compression (3) par une liaison filetée.
3. Dispositif de compression selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ladite pièce de support (7) comporte des moyens de manipulation (13) de ladite pièce de support (7).
4. Dispositif de compression selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ladite pièce de support (7) comporte une portion cylindrique (11) insérée dans ladite roue de compression (2).
5. Dispositif de compression selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ladite pièce de support (7) comporte une portion cylindrique (12) pour ladite frette (6).
6. Dispositif de compression selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ladite frette (6) est réalisée dans un matériau amagnétique, de préférence en titane ou en carbone.
7. Dispositif de compression selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ledit rotor (4) comporte une butée amagnétique (8) entre ledit aimant cylindrique (5) et ladite pièce de support (7).
8. Dispositif de compression selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ledit rotor (4) a un diamètre extérieur inférieur ou égal au diamètre du nez de ladite roue de compression (2).
9. Dispositif de compression selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ledit dispositif de compression (1) est un turbocompresseur associant une turbine et un compresseur, notamment pour un moteur à combustion interne, ou une microturbine.
10. Dispositif de compression selon la revendication 9, dans lequel ladite machine électrique est agencée dans l'admission du gaz dudit turbocompresseur.
11. Dispositif de compression selon l'une des revendications précédentes, dans lequel ladite machine électrique est une machine à grille statorique.

12. Procédé de fabrication d'un dispositif de compression entraîné par une machine électrique, ladite machine électrique comprenant un rotor (4) et un stator, ledit dispositif de compression comprenant un arbre de compression (3) sur lequel est monté au moins une roue de compression (2), caractérisé en ce qu'on réalise les étapes suivantes :

- 5 a) on fixe ledit aimant cylindrique plein (5) sur ladite pièce de support (7) au moyen de ladite frette (6), qui enveloppe ledit aimant cylindrique (5) et au moins une portion de ladite pièce de support (7) ;
- b) on monte ladite roue de compression (2) sur ledit arbre de compression (3) ;
- 10 c) on fixe ladite pièce de support (7) sur une extrémité dudit arbre de compression (3), notamment au moyen d'un assemblage fileté.

13. Procédé de fabrication d'un dispositif de compression entraîné par une machine électrique, ladite machine électrique comprenant un rotor (4) et un stator, ledit dispositif de compression comprenant un arbre de compression (3) sur lequel est monté au moins une roue de compression (2), caractérisé en ce qu'on réalise les étapes suivantes :

- 15 a) on monte ladite roue de compression (2) sur ledit arbre de compression (3) ;
- b) on fixe ladite pièce de support (7) avec ledit rotor (4) sur une extrémité dudit arbre de compression (3), notamment au moyen d'un assemblage fileté ; et l'étape b) comportant une sous étape qui est :
- 20 i) on fixe ledit aimant cylindrique plein (5) sur ladite pièce de support (7) au moyen de ladite frette (6), qui enveloppe ledit aimant cylindrique (5) et au moins une portion de ladite pièce de support (7).

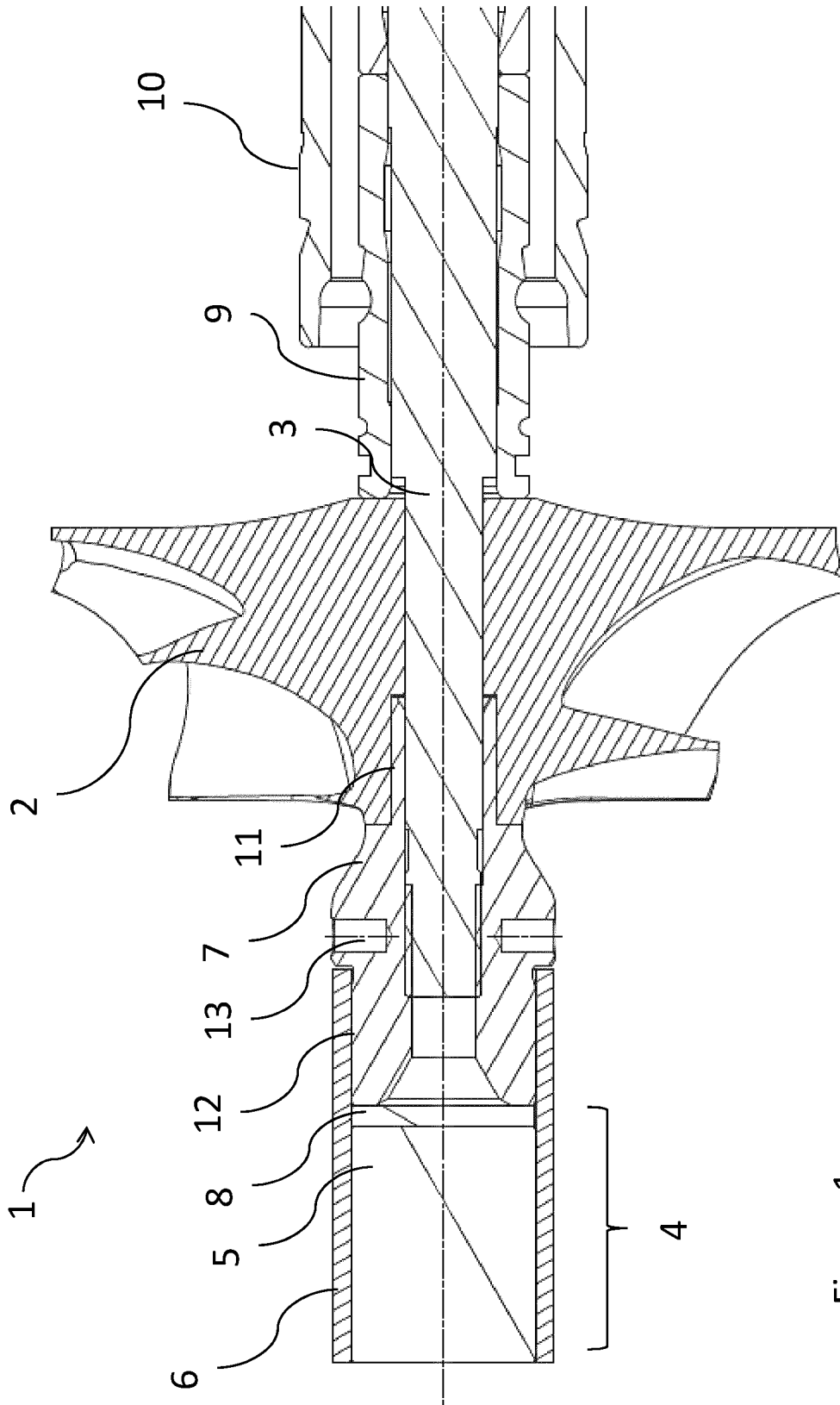


Figure 1

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2020/050744

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>F04D 25/02</i> (2006.01)i; <i>F04D 25/06</i> (2006.01)i; <i>F04D 29/62</i> (2006.01)i; <i>H02K 1/27</i> (2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) F04D; H02K		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 9834324 A1 (CASTTIKULM RESEARCH PTY LTD [AU]; COMMW SCIENT IND RES ORG [AU] ET AL.) 06 August 1998 (1998-08-06)	1
A	page 4, line 30 - page 5, line 28; figure 1	2-13
A	EP 1995426 A1 (SYCOTEC GMBH & CO KG [DE]; LINDENMAIER AG [DE]) 26 November 2008 (2008-11-26) figures 3,4 paragraphs [0042], [0043]	1-13
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 06 March 2020		Date of mailing of the international search report 13 March 2020
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Ingelbrecht, Peter Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2020/050744

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	9834324	A1	06 August 1998	AT	307415	T	15 November 2005
				BR	9807031	A	14 March 2000
				CA	2279629	A1	06 August 1998
				CN	1246217	A	01 March 2000
				DE	69831934	T2	27 July 2006
				EP	0956634	A1	17 November 1999
				ID	26303	A	14 December 2000
				JP	4324248	B2	02 September 2009
				JP	2001513315	A	28 August 2001
				KR	20000070611	A	25 November 2000
				TW	359727	B	01 June 1999
				WO	9834324	A1	06 August 1998
				EP	1995426	A1	26 November 2008
AT	498061	T	15 February 2011				
AT	525559	T	15 October 2011				
CN	101688470	A	31 March 2010				
CN	101715509	A	26 May 2010				
EP	1995426	A1	26 November 2008				
EP	1995427	A1	26 November 2008				
EP	1995428	A1	26 November 2008				
EP	1995429	A1	26 November 2008				
EP	2158385	A1	03 March 2010				
EP	2158386	A1	03 March 2010				
ES	2420968	T3	28 August 2013				
US	2008289333	A1	27 November 2008				
US	2008292480	A1	27 November 2008				
US	2011076166	A1	31 March 2011				
US	2011076167	A1	31 March 2011				
WO	2008141669	A1	27 November 2008				
WO	2008141670	A1	27 November 2008				

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2020/050744

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. F04D25/02 F04D25/06 F04D29/62 H02K1/27 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) F04D H02K		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 98/34324 A1 (CASTTIKULM RESEARCH PTY LTD [AU]; COMMW SCIENT IND RES ORG [AU] ET AL.) 6 août 1998 (1998-08-06)	1
A	page 4, ligne 30 - page 5, ligne 28; figure 1	2-13
A	----- EP 1 995 426 A1 (SYCOTEC GMBH & CO KG [DE]; LINDENMAIER AG [DE]) 26 novembre 2008 (2008-11-26) figures 3,4 alinéas [0042], [0043] -----	1-13
<input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée		"T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 6 mars 2020		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 13/03/2020
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 Ingelbrecht, Peter

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2020/050744

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
WO 9834324	A1	06-08-1998	AT	307415 T	15-11-2005
			BR	9807031 A	14-03-2000
			CA	2279629 A1	06-08-1998
			CN	1246217 A	01-03-2000
			DE	69831934 T2	27-07-2006
			EP	0956634 A1	17-11-1999
			ID	26303 A	14-12-2000
			JP	4324248 B2	02-09-2009
			JP	2001513315 A	28-08-2001
			KR	20000070611 A	25-11-2000
			TW	359727 B	01-06-1999
			WO	9834324 A1	06-08-1998

EP 1995426	A1	26-11-2008	AT	498060 T	15-02-2011
			AT	498061 T	15-02-2011
			AT	525559 T	15-10-2011
			CN	101688470 A	31-03-2010
			CN	101715509 A	26-05-2010
			EP	1995426 A1	26-11-2008
			EP	1995427 A1	26-11-2008
			EP	1995428 A1	26-11-2008
			EP	1995429 A1	26-11-2008
			EP	2158385 A1	03-03-2010
			EP	2158386 A1	03-03-2010
			ES	2420968 T3	28-08-2013
			US	2008289333 A1	27-11-2008
			US	2008292480 A1	27-11-2008
			US	2011076166 A1	31-03-2011
			US	2011076167 A1	31-03-2011
			WO	2008141669 A1	27-11-2008
WO	2008141670 A1	27-11-2008			
