

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2004-502109

(P2004-502109A)

(43) 公表日 平成16年1月22日(2004.1.22)

(51) Int.Cl.⁷

F 16C 33/32

F 04D 19/04

F 16C 32/04

F 16C 33/62

F 1

F 16C 33/32

F 04D 19/04

F 16C 32/04

F 16C 33/62

テーマコード(参考)

3 H 03 1

A 3 J 1 O 1

Z 3 J 1 O 2

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 30 頁)

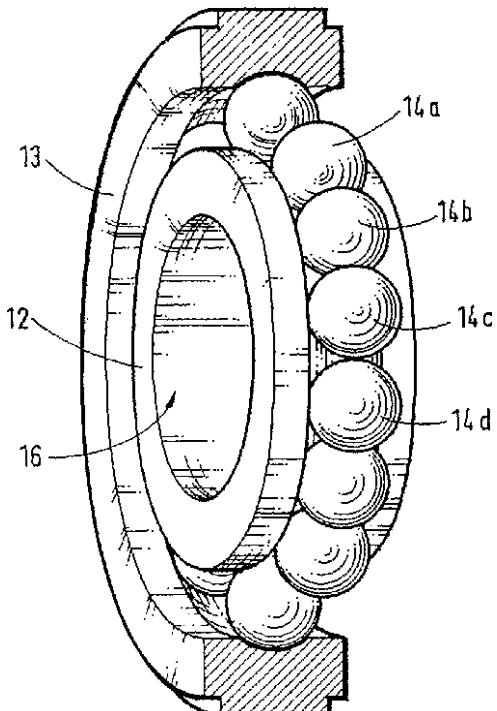
(21) 出願番号	特願2002-507189 (P2002-507189)	(71) 出願人	391030332 アルカテル フランス国、75008 パリ、リュ・ラ ・ボエティ 54
(86) (22) 出願日	平成13年7月5日 (2001.7.5)	(74) 代理人	100062007 弁理士 川口 義雄
(85) 翻訳文提出日	平成14年3月5日 (2002.3.5)	(74) 代理人	100105131 弁理士 井上 滉
(86) 國際出願番号	PCT/FR2001/002151	(74) 代理人	100113332 弁理士 一入 章夫
(87) 國際公開番号	W02002/002957	(74) 代理人	100103920 弁理士 大崎 勝真
(87) 國際公開日	平成14年1月10日 (2002.1.10)	(74) 代理人	100117053 弁理士 相馬 貴昌
(31) 優先権主張番号	00/08795		
(32) 優先日	平成12年7月6日 (2000.7.6)		
(33) 優先権主張國	フランス (FR)		
(81) 指定國	EP (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), JP, KR, US		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 真空ポンプのためのハイブリッド接触ころ軸受

(57) 【要約】

本発明は、連続して置かれ、ころ軸受のロータリング12およびステータリング13のそれぞれの転走軌道上を回転するようにされている転動体14a、14b、14c、14dが、その間に設けられている、ロータリング12、および同軸ステータリング13を備える、真空ポンプのための接触ころ軸受に関する。転動体は、交互に連続した、その外側表面が鋼製である転動体14a、14cと、その外側表面がセラミック製である転動体14b、14dとを備え、それによって、接触ローラの内側の環状表面16およびロータの対応する軸受の摩擦および磨耗を制限して、接触ころ軸受の加速抵抗を低減させる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ローラハウジング(19)を間に画定するロータリング(12)およびステータリング(13)と、

ローラハウジング(19)内に次々に入れられ、ロータリング(12)とステータリング(13)のそれぞれの転走軌道(20、21)上を転がる、転動体(14a、14b、14c、14d)とを備える、真空ポンプのためのランディング軸受であって、

転動体が、交互に連続した、鋼製の外側表面を有する転動体(14a、14c)とセラミック製の外側表面を有する転動体(14b、14d)とを備えることを特徴とするランディング軸受。

10

【請求項 2】

転動体(14、14a、14b、14c、14d)が球形のボールであることを特徴とする、請求項1に記載のランディング軸受。

【請求項 3】

鋼の転動体(14a、14c)がステンレス鋼製であることを特徴とする、請求項1または2に記載のランディング軸受。

【請求項 4】

セラミックの転動体(14b、14d)が窒化ケイ素製であることを特徴とする、請求項1から3のいずれか一項に記載のランディング軸受。

20

【請求項 5】

転走軌道(20、21)がステンレス鋼製であることを特徴とする、請求項1から4のいずれか一項に記載のランディング軸受。

【請求項 6】

セラミックの転動体(14b、14d)が、通常の動作温度条件下で、鋼の転動体(14a、14c)の直径よりもわずかに小さい直径であることを特徴とする、請求項1から5のいずれか一項に記載のランディング軸受。

【請求項 7】

請求項1から6のいずれか一項に記載のランディング軸受を備える、少なくとも1つのランディング機械軸受(9)を有する真空ポンプ。

【請求項 8】

ステータ(1)内で回転するように取付けられたロータ(4)を備え、該ステータ(1)が、正常動作中に、ステータ(1)内の径方向中心位置にロータ(4)を保持する少なくとも1つのラジアル磁気軸受(7)と、ラジアル磁気軸受(7)の正常動作に障害のある場合に、ロータ(4)をほぼ中心位置に確実に保持することによって、ステータ(1)内のロータ(4)の径方向変位を制限するランディング軸受を有する少なくとも1つの機械的ランディング軸受(9)とを備え、ロータリング(12)またはステータリング(13)と、ロータ(4)またはステータ(1)の対応する軸受表面(17)との間に、径方向隙間(18)が設けられている、請求項7に記載の真空ポンプ。

30

【発明の詳細な説明】

【0001】

(発明の技術分野)

本発明は、真空ポンプのロータ懸架装置に関する。

【0002】

真空ポンプでは、ステータ内で回転するように取り付けられたロータは、磁気軸受によって保持されている。磁気軸受は、正常動作中、ステータ内の径方向中心に置かれた位置にロータを保ち、ロータとステータ間の機械的な接触なしに、ロータを指定された精度で中心位置に保持する。磁気軸受は、ステータ内のロータの径方向位置をサーボ制御する適切な回路によって、電力を供給されている電磁石を備える。

【0003】

ロータをステータ内で径方向に保持する作用は、電磁石の力によって決定され、このよう

40

50

な保持のためには、電磁石に十分な電力を供給する必要がある。

【0004】

例えば、ロータが突然大きな応力を受けたり、電磁石への電力供給が遮断された場合、しばしば磁気軸受の正常動作が、不良または不十分になることがある。このような状況下では、磁気軸受は、もはやロータを中心に置く働きをせず、ロータが、機械的な接触なしに保持されている状態から機械的に接触して保持されている状態へ移行する、「ランディング（l a n d i n g ）」段階が生じる。このようなランディング中、ロータはステータと接触しやすい。ロータは極めて高速で、例えば30,000回転毎分（r p m）で回転しているので、このような接触によって真空ポンプを破壊することがある。

【0005】

その問題を解決するために、真空ポンプに、玉軸受を基礎としたランディング目的のための2次的な機械的軸受を提供するという提案が、すでにされている。この機械的軸受は、磁気軸受が正常動作に障害のある場合、ロータの径方向の運動を、磁気軸受のエアギャップの大きさよりも小さい値に制限しながら、ステータ内のロータの径方向変位を制限し、ロータを近似的に中心に置くという働きをする。

【0006】

それでも、機械的軸受をあまり劣化させることなく可能なランディングの数は、制限されたままであり、したがって、真空ポンプの信頼性は低下し、保守作業が要求される頻度は増加する。

【0007】

可能であるランディングの数を増加させること、および機械的ランディング玉軸受の作動寿命を増加させることが必要とされている。

【0008】

本発明は、機械的ランディング玉軸受のある障害は、ランディング玉軸受が加速抵抗を示すということに起因するという観察に由来している。ステータ上に取り付けられた、機械的ランディング軸受を有する磁気軸受の正常動作中は、機械的ランディング軸受内のボールは、ステータに対して静止している。磁気ペアリングが動作を止めたとき、ロータは、まだ静止したままである機械的ランディング軸受の内側リングと接触して、軸受内側リングと、内側リングと外側リングの間に位置する転動部品との両方に回転を与える。ランディング軸受の示す加速抵抗のため、内リングの回転速度は徐々にしか増加せず、ロータと機械的ランディング軸受の内リングの間に滑りが生じる。このことの結果、必然的に、ロータと機械的ランディング軸受の内側リングとのそれぞれの接触表面が、磨耗を受ける、磨耗は、隙間を徐々に広げて装置の効率を低下させる。それに加えて、様々な部品間の摩擦によって、しばしば削り屑（s h a v i n g s）ややすり屑（f i l i n g s）が出て、機械的軸受の転動部品をつまらせる危険性がある。

【0009】

磨耗現象およびその影響は、機械的ランディング軸受の内側リングが、そうでなければロータ回転速度にすばやく到達することができるはずの、回転の急加速を妨害する現象を受けるときに特に目立ってくる。

【0010】

この点に関して、ランディング軸受が加速に抵抗する第1の原因是、それ自体の慣性である。質量の小さい転動体を使用することによって、ランディング軸受の慣性を減少させるという試みが行われている。すなわち、ステンレス鋼のボールなどの従来型の転動体を、鋼の密度よりもかなり密度が小さいセラミック製のボールで置きかえるという試みが行われてきた。このような状況下では、すべての転動体がセラミックボールである。セラミックボールは、鋼のボールよりもはるかに高価であるので、このことによって、製造コストがはるかに高くなる。ロータとロータ軸受リングとの間に生じる磨耗現象を減少させたため、実際、ランディング軸受の寿命にわずかな改善がみられた。それでも、かなりの余分なコストに通じるので、この改善は不十分なままである。そして、このセラミックボールを用いた解決方法には、ステータとロータ間の熱伝導性を低下させ、したがってロータの

10

20

30

40

50

冷却能力をかなり低下させるという別の欠点もある。

【0011】

ランディング軸受の加速に対する抵抗の第2の原因は、隣接する転動体自体間に生じる摩擦であるとみられる。この摩擦は、ランディング軸受がランディング中に受ける極めて高い加速度によって顕著になるとみられる。本発明は、この解析を利用して、このような摩擦をはるかに減少させることができると可能な解決方法を提案する。

【0012】

(発明の概要)

したがって、本発明の提案する課題は、故障することなく、より多くのランディングおよびより長い動作期間を可能にする寿命を提供する、ランディングのための機械的玉軸受のために新しい構造を構成するということである。

【0013】

この目的で、本発明は、ランディング軸受の加速に対する抵抗を可能な限り低減させることができ、特に、ランディング軸受の運動要素間に生じ、ランディング中にランディング軸受の加速に抵抗する傾向がある摩擦力を低減させることができる特殊な構造を提供する。

【0014】

本発明の別の目的は、高価な材料の使用を制限することによって、真空ポンプのためのランディング軸受の生産コストを減少させることである。

【0015】

本発明では、真空ポンプによって作られた真空を汚染する可能性がある液体を用いた潤滑手段に頼ることなく、これらの効果を得ることが不可欠である。

【0016】

これらの目的および他の目的を達成するために、本発明は、以下のものを備える真空ポンプのためのランディング軸受構造を提供する。

【0017】

- ローラハウジングを間に画定する、ロータリングおよび同軸ステータリング、
- ローラハウジング内に次々に入れられ、ロータリングおよびステータリングのそれぞれの転走軌道 (running track) 上を回転する転動体、 - 交互に連続した、鋼製の外側表面を有する転動体とセラミック製の外側表面を有する転動体とを備える転動体。

【0018】

単純化された実施形態では、転動体は、球形のボールである。

【0019】

好ましくは、鋼の転動体は、ステンレス鋼製であり、一方、セラミックの転動体は、窒化ケイ素製である。

【0020】

転走軌道は、ステンレス鋼製であってもよい。

【0021】

玉軸受が、通常の温度条件下で動作しているとき、転動体はすべて同じ直径であってもよい。正常な動作温度は、通常約 60 から 90 である。この目的のために、室温でセラミックの転動体は、鋼の転動体よりも直径がわずかに大きいものにする。これは、セラミックと鋼の熱膨張係数間の違いを補償するためである。

【0022】

別法として、セラミックの転動体は、正常な動作温度条件下で、鋼の転動体よりも直径がわずかに小さくてもよい。実用上、例えば、室温ですべてが同じ直径である転動体を使用することが可能である。

【0023】

本発明の真空ポンプは、少なくとも 1 つの、上記で規定したようなランディング軸受を備える。

10

20

30

40

50

【0024】

例えば、このような真空ポンプは、ステータ内で回転するように取付けられたロータを備え、ステータは、正常動作中に、ステータ内の径方向中心に置かれた位置にロータを保持する、少なくとも1つのラジアル磁気軸受と、ラジアル磁気軸受の正常動作に障害のある場合に、ロータをほぼ中心位置に確実に保持することによって、ステータ内のロータの径方向変位を制限するランディング玉軸受を有する少なくとも1つの機械的ランディング軸受とを備え、ロータリングまたはステータリングの1つと、ロータまたはステータの対応する軸受表面のと間に、径方向隙間が設けられている。

【0025】

本発明の他の目的、特徴および利点は、添付の図面を参照にして示す特定の実施形態についての以下の説明から明らかになるであろう。 10

【0026】

(好ましい実施形態の説明)

図1の実施形態では、真空ポンプは、一般には、軸方向の吸気入口(suction inlet)2および径方向の送気出口(delivery outlet)3を有するステータ1を備える。ロータ4は、ステータ1内で長手方向軸I-Iに関して軸回転するよう取付けられている。ロータ4は、フィン5で示される吸気システム、およびステータ1の軸受内で回転するシャフト6を有する。図では、2つのラジアル磁気軸受7および8、および径方向に作用する玉軸受を備えるランディングのための2つの機械的軸受9および10が示されている。記録のために、軸方向の磁気軸受11もまた示されている。 20

【0027】

正常の動作中、すなわち、ポンプのシャフト6に過度の応力が働いておらず、かつ磁気軸受がそれ自体正常に動作していると仮定した場合、磁気軸受は、ロータ4を軸方向中心に置かれた位置に正確に保持し、機械的ランディング軸受9および10は、シャフト6に触れていない。

【0028】

機械的ランディング軸受9内には、ロータ4のシャフト6の周囲に近接して配置されたロータ軸受リング12、およびステータ1と接触して配置された同軸ステータ軸受リング13が示されている。ロータリング12およびステータリング13は、それらの間に、ランニングハウジング19を画定する。ボール、針、その他の従来型の転動体などの、転動体14は、ロータリング12と同軸ステータリング13との間のランニングハウジング19内で受けられており、ころ軸受が、2つのリング12および13を互いにに関して軸方向に回転させることができるように構成されている。 30

【0029】

機械的ランディング軸受9の半分を、ロータ4のシャフト6とステータ1の対応する部分の間の位置で、より詳細により拡大して示している、図2を参照する。ロータリング12と同軸ステータリング13との間のランニングハウジング19内に、転動体14が示されている。転動体14は、ロータリング12およびステータリング13のそれぞれの転走軌道20および21上を回転する。ラジアル磁気軸受7も示されている。ラジアル磁気軸受7は、正常動作中は、ステータ1内のシャフト6がとることのできる最大径方向変位を画定する、空の環状エアギャップ15を残して、ロータ4のシャフト6をステータ1内中心に置く。通常の状況下では、エアギャップ15は、例えば幅0.2から0.4mmであつてよい。機械的ランディング軸受9の目的は、ステータ1内のロータ4のシャフト6がとることのできる最大径方向変位を、このエアギャップ15の大きさよりもかなり小さい値に制限して、ランディングの場合の磁気軸受の損傷を避けることである。 40

【0030】

ロータリング12の内側環状面16とロータ4の対応する第1の軸受表面17の間に、径方向隙間18が残されている。この隙間は、エアギャップ15よりもかなり小さく、ラジアル磁気軸受7によって、ロータ4が正常に中心位置に保持される精度よりわずかにしか大きくない。ロータ4が正常に中心位置に保持されるこの精度は、一般に極めてよく、2

、3ミクロン以下である。

【0031】

同軸ステータリング13は、軸方向ショルダ22とステータ1上に保持された固定リング23の間の、ステータ1の端部のハウジング内に、ねじによって係合され、かつ強く制動または回転防止されている。そのような1本のねじ24の頭部が、図中に示されている。

【0032】

図3および4に示す実施形態では、ランディング軸受は、球形のボール形状の転動体を備える。これらの転動体は、交互に連続した、鋼製の外側表面を有する転動体とセラミック鋼製の外側表面を有する転動体とを備える。すなわち、例えば、転動体14aおよび14cが鋼製の外側表面を有し、一方、転動体14bおよび14dがセラミック製の外側表面を有する。

【0033】

鋼製の転動体14aおよび14cには、ステンレス鋼を使用することが有利である。

【0034】

セラミックの転動体14bおよび14dには、窒化ケイ素を使用することが有利である。

【0035】

ランディング中、転動体14a～14dは、回転を開始し、要素14aと14bなどの隣接する転動体は、その球形の表面部分を介して互いに接触し、それによって摩擦を生じさせる。鋼の転動体とセラミックの転動体が交互にあるため、相異なる材料製の2つの転動体間で常に摩擦が発生し、滑りを促進して、したがってランディング軸受の速い加速に対する摩擦力を低減させる。

【0036】

転走軌道20および21(図2)は、ステンレス鋼であってもよい。

【0037】

セラミックなどのより高価な材料製であるのは、1つおきの転動体だけであるので、余分の製造コストは低減し、一方、ランディング軸受と真空ポンプの寿命という点では、一般にかなりの利点が得られる。

【0038】

別の利点は、熱伝導のよい、鋼製の転動体14a、14cがいくつか存在し、それによってロータの十分な冷却能力が維持されることに起因する。この目的のために、正常な動作温度条件下で、鋼製の転動体14a、14cが転走軌道20、21と接触しつづける。

【0039】

言いかえれば、このような正常な動作温度条件下で、セラミックの転動体14b、14dは、好ましくは鋼の転動体14a、14cの直径よりも小さい、または大きくない直径であると仮定する。

【0040】

ランディング中は、動作は以下のようである。最初は、ロータリング12は、その長手方向軸I-I周りを高速で回転しているシャフト6と接触していない。軸受け7等のラジアル磁気軸受が動作を止めたとき、ロータ4は、ロータリング12と接触するまで、第1の径方向隙間18を横切って径方向に移動する。ロータリングは、最初は静止していて、突然回転し始め、それによって転動体14も回転を開始する。同軸ステータリング13は、回転がステータ1内に関する限りは、ロックされ、または少なくとも制動されている。

【0041】

ランディング軸受の慣性および摩擦のため、ロータリング12は、ロータ4の高速の回転を即座に帯びることができない。したがって、ロータ4の軸受表面17と、ロータリング12の対応する環状の内側面16の間でこすれ(rubbing)が生じる。隣接する転動体要素14間に存在する摩擦力が減少するため、ロータリング12は迅速に加速することができ、それによって、ロータ4の軸受表面17とロータリング12の環状面16内側との間でこすれが生じる時間が短くなる。

【0042】

10

20

30

40

50

本発明は、上記で明示して説明した実施形態に制限されるものではなく、当業者の能力内で様々な一般化を含んでいる。特に、ランディング軸受 9 および 10 を、ステータに固定する代わりに、ロータ 4 に固定してもよい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】ロータが、磁気軸受によって、および結合されたランディング目的のための機械的軸受によって保持された真空ポンプの一般的な長手方向断面図である。

【図 2】本発明の実施形態の機械的ランディング軸受の半分を示す、図 1 の領域 A を拡大した断面詳細図である。

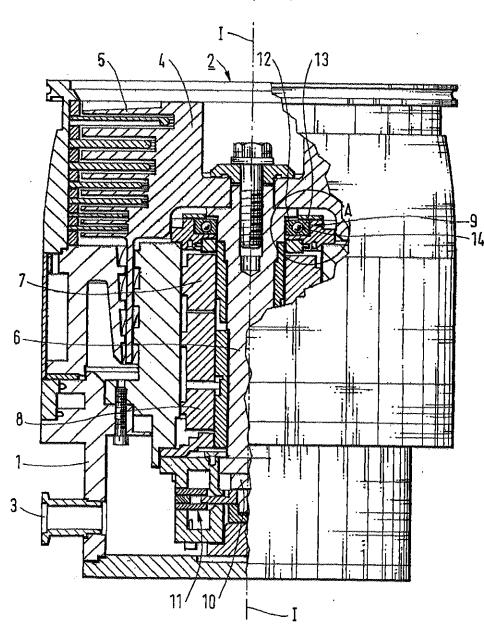
【図 3】本発明の実施形態を構成するランディング軸受の前面拡大図である。

【図 4】図 3 のランディング軸受の部分断面透視図である。

10

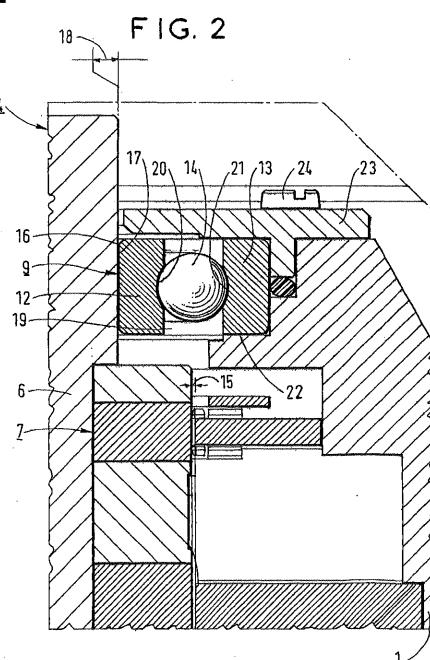
【図 1】

FIG. 1



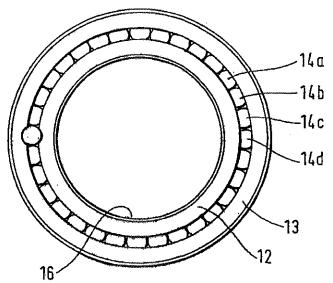
【図 2】

FIG. 2



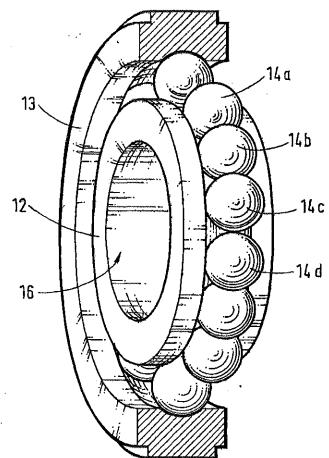
【図3】

FIG. 3



【図4】

FIG. 4



【国際公開パンフレット】

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international(43) Date de la publication internationale
10 janvier 2002 (10.01.2002)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 02/02957 A1

(51) Classification internationale des brevets* : F16C 33/32

(72) Inventeur ; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : BOUILLE,
PCT/FR01/02151André [FR/FR]; 12, rue Aimé Levet, F-74000 Annecy
(FR).

(22) Date de dépôt international : 5 juillet 2001 (05.07.2001)

(74) Mandataire : PONCET, Jean-François; Cabinet Poncet,

(25) Langue de dépôt : français

7, chemin de Tillier, Boîte postale 317, F-74008 Annecy
Cedex (FR).

(26) Langue de publication : français

(81) États désignés (national) : JP, KR, US.

(30) Données relatives à la priorité : 00/08795

(84) États désignés (régional) : brevet européen (AT, BE, CH,
CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT,
SE, TR).

6 juillet 2000 (06.07.2000) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : ALCA-

TEL [FR/FR]; 54, rue La Boétie, F-75008 Paris (FR).

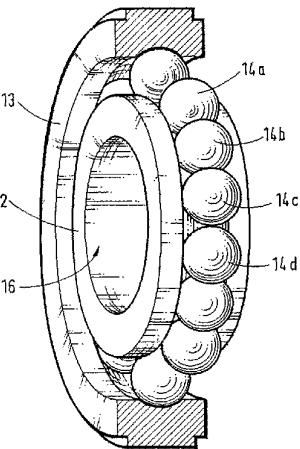
{Suite sur la page suivante}

(54) Title: HYBRID CONTACT ROLLER BEARINGS FOR VACUUM PUMP

(54) Titre : ROULEMENTS HYBRIDES D'ATTERRISSEMENT POUR POMPE A VIDE



WO 02/02957 A1



(57) **Abstract:** The invention concerns a contact roller bearing for a vacuum pump comprising a rotor roller bearing ring (12) a coaxial stator roller bearing ring (13) between which are provided rolling elements (14a, 14b, 14c, 14d) housed in succession and urged to roll on respective raceways of the rotor (12) and stator (13) roller bearing rings. The rolling elements comprise an alternating succession of rolling elements (14a, 14c) whereof the outer surface is made of steel and of rolling elements (14b, 14d) whereof the outer surface is made of ceramic, thereby reducing the resistance to acceleration of the contact roller bearing, which limits the friction and wear of the inner annular surface (16) of the contact roller and the corresponding bearing of the rotor.

(57) **Abbrégé :** Selon l'invention, un roulement d'atterrissement pour pompe à vide comprend une bague de roulement de rotor (12) et une bague coaxiale de roulement de stator (13) entre lesquelles sont disposés des éléments roulants (14a, 14b, 14c, 14d) logés les uns à la suite des autres et venant rouler sur des pistes de roulement respectives des bagues de roulement de rotor (12) et de stator (13). Les éléments roulants (14a, 14c) dont la surface externe est en acier et d'éléments roulants (14b, 14d) dont la surface externe est en céramique. On réduit ainsi la résistance à l'accélération du roulement d'atterrissement, ce qui limite les frottements et l'usure de la face annulaire intérieure (16) du roulement d'atterrissement et de la pointe correspondante du rotor.

WO 02/02957 A1**Déclaration en vertu de la règle 4.17 :**

- relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.IV)) pour US seulement

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT

Publiée :

- avec rapport de recherche internationale
- avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

ROULEMENTS HYBRIDES D'ATTERRISSAGE POUR POMPE A VIDE

DOMAINE TECHNIQUE DE L'INVENTION

La présente invention concerne la suspension des rotors
5 des pompes à vide.

Dans les pompes à vide, un rotor mobile en rotation dans
un stator est tenu par des paliers magnétiques qui, en
fonctionnement normal, maintiennent en position radiale centrée le
10 rotor dans le stator selon une précision de maintien normal centré,
sans contact mécanique entre le rotor et le stator. Les paliers
magnétiques comportent des électroaimants alimentés en énergie
électrique par des circuits appropriés assurant un asservissement
de position radiale du rotor dans le stator.

L'efficacité du maintien radial du rotor dans le stator
15 est déterminée par la force des électroaimants, et le maintien
nécessite l'alimentation suffisante des électroaimants en énergie
électrique.

Il peut se produire parfois un défaut ou une insuffisance
de fonctionnement normal des paliers magnétiques, par exemple lors
20 d'une contrainte subite et importante sur le rotor ou lors d'une
interruption de l'alimentation électrique des électroaimants. Dans
ce cas, les paliers magnétiques n'assurent plus la fonction de
centrage du rotor, et il se produit une étape "d'atterrissage" dans
25 laquelle le rotor passe d'un état de maintien sans contact
mécanique à un état de maintien par contact mécanique. Au cours de
cet atterrissage, le rotor tend à venir en contact du stator. Par
suite de la rotation très rapide du rotor, par exemple de l'ordre
de 30 000 tours par minute, un tel contact peut provoquer la
30 destruction de la pompe à vide.

Pour résoudre ce problème, on a déjà prévu d'équiper les
pompes à vide avec des paliers mécaniques secondaires
d'atterrissage à roulement qui, à défaut de fonctionnement normal
des paliers magnétiques, limitent les déplacement radiaux du rotor
35 dans le stator en assurant un centrage approximatif du rotor et en
limitant les mouvements radiaux du rotor à une valeur inférieure à
l'entrefer des paliers magnétiques.

Cependant, le nombre d'atterrissements possibles sans dégradation sensible des paliers mécaniques reste limité, ce qui réduit la fiabilité de la pompe à vide et augmente la fréquence des opérations de maintenance.

5 Il existe un besoin pour augmenter le nombre d'atterrissements possibles et la durée de fonctionnement des paliers mécaniques d'atterrissement à roulement.

La présente invention résulte de l'observation selon laquelle certains défauts de fiabilité des paliers mécaniques d'atterrissement à roulement résultent de la résistance à l'accélération du roulement d'atterrissement. En effet, en fonctionnement normal des paliers magnétiques ayant des paliers mécaniques d'atterrissement montés sur le stator, les roulements des paliers mécaniques d'atterrissement sont à l'arrêt, solidaires du stator ; lors de l'interruption de fonctionnement des paliers magnétiques, le rotor vient au contact des bagues intérieures encore immobiles des paliers mécaniques d'atterrissement, et entraîne en rotation les bagues intérieures des roulements et les éléments roulants situés entre les bagues intérieures et les bagues extérieures ; par l'effet de la résistance à l'accélération du roulement d'atterrissement, la vitesse de rotation des bagues intérieures n'augmente que progressivement, de sorte qu'un glissement se produit entre le rotor et les bagues intérieures des paliers mécaniques d'atterrissement. Il en résulte inévitablement une usure des surfaces respectives en contact du rotor et des bagues intérieures des paliers mécaniques d'atterrissement, ce qui progressivement augmente les jeux et réduit l'efficacité du dispositif ; en outre, les frottements entre les différentes pièces provoquent l'apparition possible de copeaux ou de l'ilmaille qui 30 risquent de bloquer les éléments roulants du palier mécanique.

Les phénomènes d'usure et leurs conséquences sont d'autant plus accentués lorsque les bagues intérieures des paliers mécaniques d'atterrissement subissent des phénomènes s'opposant à leur accélération rapide en rotation pour atteindre le plus tôt possible la vitesse de rotation du rotor.

35 A cet égard, une première cause de résistance à l'accélération du roulement d'atterrissement est son inertie. Des

tentatives ont été faites pour réduire l'inertie des roulements d'atterrissage, en utilisant des éléments roulants ayant une plus faible masse. C'est ainsi qu'on a imaginé de remplacer les éléments roulants traditionnels tels que des billes en acier inoxydable par 5 des billes en céramique, de densité très inférieure à l'acier. Dans ce cas, tous les éléments roulants sont des billes en céramique. Il en résulte un coût de production très supérieur, car les billes en céramique sont beaucoup plus onéreuses que les billes en acier. On constate une légère amélioration de la longévité des paliers 10 d'atterrissage, par réduction des phénomènes d'usure se produisant entre le rotor et les bagues de roulement de rotor. Mais cette amélioration reste insuffisante, d'autant qu'elle entraîne un surcoût important. Et cette solution à billes en céramique présente l'autre inconvénient de réduire sensiblement la conductibilité 15 thermique entre le stator et le rotor, et de réduire en conséquence la capacité de refroidissement du rotor.

Une seconde cause de résistance à l'accélération du roulement d'atterrissage semble être le frottement se produisant entre les éléments roulants consécutifs eux-mêmes, frottement qui 20 paraît être accentué par les accélérations très élevées subies par le roulement d'atterrissage lors d'un atterrissage. L'invention met à profit cette analyse en proposant une solution permettant de réduire très sensiblement ces frottements.

EXPOSE DE L'INVENTION

25 Ainsi, le problème proposé par la présente invention est de concevoir une nouvelle structure de palier mécanique d'atterrissage à roulement, qui présente une longévité accrue pour permettre un plus grand nombre d'atterrissages et une plus grande durée de fonctionnement sans défaut.

30 Pour cela, l'invention prévoit une structure particulière permettant de réduire au mieux la résistance à l'accélération du roulement d'atterrissage, et de réduire en particulier les forces de frottement se produisant entre les éléments mobiles du roulement d'atterrissage et susceptibles de résister à l'accélération du 35 roulement d'atterrissage lors d'un atterrissage.

Selon un autre objet, l'invention a pour but de réduire le coût de production des roulements d'atterrissement de pompe à vide, en limitant l'usage de matières onéreuses.

5 Selon l'invention, ces effets doivent être obtenus sans recourir à des moyens de lubrification par des éléments liquides susceptibles de polluer le vide créé par la pompe à vide.

Pour atteindre ces objets ainsi que d'autres, l'invention prévoit une structure de roulement d'atterrissement pour pompe à vide comprenant :

- 10 - une bague de roulement de rotor et une bague coaxiale de roulement de stator qui définissent entre elles un logement de roulement,
- des éléments roulants logés les uns à la suite des autres dans le logement de roulement et venant rouler sur des pistes de roulement 15 respectives des bagues de roulement de rotor et de stator ;
- les éléments roulants comprennent une succession alternée d'éléments roulants dont la surface externe est en acier et d'éléments roulants dont la surface externe est en céramique.

20 Selon un mode de réalisation simplifié, les éléments roulants sont des billes sphériques.

De préférence, les éléments roulants en acier sont constitués d'acier inoxydable, tandis que les éléments roulants en céramique sont constitués de nitride de silicium.

Les pistes de roulement peuvent être en acier inoxydable.

25 Les éléments roulants peuvent avoir tous le même diamètre lorsque le roulement est dans les conditions de températures normales de fonctionnement. Les températures habituelles de fonctionnement sont de l'ordre de 60°C à 90°C. Pour cela, on prévoit que les éléments roulants en céramique ont, à température 30 ambiante, un diamètre légèrement supérieur au diamètre des éléments roulants en acier, pour compenser les différences de coefficient de dilatation thermique de la céramique et de l'acier.

En alternative, les éléments roulants en céramique peuvent avoir un diamètre légèrement inférieur au diamètre des éléments roulants en acier dans les conditions de température normales de fonctionnement. En pratique, on peut par exemple utiliser alors des éléments roulants qui ont le même diamètre à température ambiante.

Une pompe à vide selon l'invention comprend au moins un roulement d'atterrissement tel que défini ci-dessus.

Par exemple, une telle pompe à vide comprend un rotor mobile en rotation dans un stator, avec au moins un palier magnétique radial qui, en fonctionnement normal, maintient en position radiale centrée le rotor dans le stator, et avec au moins un palier mécanique d'atterrissement à roulement d'atterrissement qui, à défaut de fonctionnement normal des paliers magnétiques radiaux, limite les déplacements radiaux du rotor dans le stator en assurant un centrage approximatif du rotor, un jeu radial étant prévu entre l'une des bagues de roulement de rotor ou de stator et la surface d'appui correspondante du rotor ou du stator.

DESCRIPTION SOMMAIRE DES DESSINS

D'autres objets, caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description suivante de modes de réalisation particuliers, faite en relation avec les figures jointes, parmi lesquelles:

- la figure 1 est une vue générale en coupe longitudinale d'une pompe à vide dont le rotor est tenu par des paliers magnétiques et par des paliers mécaniques d'atterrissement associés ;
- la figure 2 est une vue de détail en coupe agrandie de la zone A de la figure 1, illustrant un demi-palier mécanique d'atterrissement à roulement selon un mode de réalisation de la présente invention ;
- la figure 3 est une vue de face agrandie d'un roulement d'atterrissement selon un mode de réalisation de l'invention ; et
- la figure 4 est une vue en perspective en coupe partielle du roulement d'atterrissement de la figure 3.

DESCRIPTION DES MODES DE REALISATION PREFERES

Dans le mode de réalisation de la figure 1, une pompe à vide comprend de façon générale un stator 1 ayant une entrée d'aspiration 2 axiale et une sortie de refoulement 3 radiale. Un rotor 4 est monté à rotation axiale dans le stator 1 selon l'axe longitudinal I-I. Le rotor 4 comprend un système d'aspiration illustré par les ailettes 5, et un arbre 6 tourbillonnant dans des paliers du stator 1. On distingue, sur la figure, deux paliers magnétiques radiaux 7 et 8, et deux paliers mécaniques

d'atterrissage 9 et 10 à roulement d'atterrissage à action radiale. Pour mémoire, on distingue également un palier magnétique axial 11.

En fonctionnement normal, c'est-à-dire en l'absence d'une sollicitation excessive sur l'arbre 6 de la pompe et en cas de fonctionnement normal des paliers magnétiques, ceux-ci maintiennent correctement en position axiale centrée le rotor 4, et les paliers mécaniques d'atterrissage 9 et 10 ne touchent pas l'arbre 6.

Dans le palier mécanique d'atterrissage 9, on distingue une bague de roulement de rotor 12, disposée à proximité et autour de l'arbre 6 du rotor 4, et une bague coaxiale de roulement de stator 13 disposée au contact du stator 1. Les bagues de roulement de rotor 12 et de stator 13 définissent entre elles un logement de roulement 19. Des éléments roulants 14 tels que des billes, des aiguilles ou tout autre type d'éléments roulants connus, sont disposés dans le logement de roulement 19 entre la bague de roulement de rotor 12 et la bague coaxiale de roulement de stator 13, pour constituer un roulement autorisant la rotation axiale relative des deux bagues de roulement 12 et 13.

On se référera maintenant à la figure 2, illustrant plus en détail et à plus grande échelle un demi-palier mécanique d'atterrissage 9 en situation entre l'arbre 6 du rotor 4 et une portion correspondante du stator 1. On retrouve l'élément roulant 14 dans le logement de roulement 19 entre la bague de roulement de rotor 12 et la bague coaxiale de roulement de stator 13. L'élément roulant 14 roule sur des pistes de roulement 20 et 21 respectives des bagues de roulement de rotor 12 et de stator 13. On retrouve également le palier magnétique radial 7 qui, en fonctionnement normal, assure le centrage de l'arbre 6 du rotor 4 dans le stator 1 en laissant libre un entrefer 15 annulaire définissant le déplacement radial maximal de l'arbre 6 dans le stator 1. Dans les conditions habituelles, l'entrefer 15 peut être d'environ 0,2 à 0,4 mm par exemple. Le palier mécanique d'atterrissage 9 a pour but de limiter les possibilités de déplacement radial de l'arbre 6 du rotor 4 dans le stator 1 à une valeur nettement inférieure à cet entrefer 15, pour éviter la dégradation des paliers magnétiques en cas d'atterrissage.

Entre la face annulaire intérieure 16 de la bague de roulement de rotor 12 et une première portée 17 correspondante de rotor 4, on prévoit un jeu radial 18 nettement inférieur à l'entrefer 15 mais seulement légèrement supérieur à la précision de 5 maintien normal centré du rotor 4 par le ou les paliers magnétiques radiaux 7. Cette précision de maintien normal centré du rotor 4 est généralement très bonne, inférieure à quelques microns.

La bague coaxiale de roulement de stator 13 est engagée et fortement freinée ou bloquée en rotation dans un logement frontal 10 du stator 1, entre un épaulement axial 22 et une couronne rapportée de fixation 23 tenue sur le stator 1 par des vis dont on distingue la tête 24.

Dans le mode de réalisation illustré sur les figures 3 et 4, le roulement d'atterrissage comprend des éléments roulants en 15 forme de bille sphérique. Les éléments roulants comprennent une succession alternée d'éléments roulants dont la surface externe est en acier et d'éléments roulants dont la surface externe est en céramique. Ainsi, à titre d'exemple, les éléments roulants 14a et 14c ont une surface externe en acier, tandis que les éléments 20 roulants 14b et 14d ont une surface externe en céramique.

Pour les éléments roulants 14a et 14c en acier, on peut avantageusement utiliser un acier inoxydable.

Pour les éléments roulants 14b et 14d en céramique, on peut avantageusement utiliser le nitrure de silicium.

25 Lors d'un atterrissage, les éléments roulants 14a-14d entrent en rotation, et les éléments roulants adjacents tels que les éléments 14a et 14b viennent en contact l'un de l'autre par une portion de leur surface périphérique, produisant un frottement. Grâce à l'alternance entre les éléments roulants en acier et les 30 éléments roulants en céramique, les frottements se produisent toujours entre deux éléments roulants réalisés en des matériaux différents, ce qui favorise le glissement et réduit ainsi les forces de frottement s'opposant à l'accélération rapide du roulement d'atterrissage.

35 Les pistes de roulement 20 et 21 (figure 2) peuvent être en acier inoxydable.

Par le fait que l'on utilise seulement un élément roulant sur deux en un matériau plus onéreux tel que la céramique, on limite le surcoût de production, en obtenant simultanément des avantages très importants sur la longévité du palier d'atterrissement 5 et de la pompe à vide en général.

Un autre avantage résulte de la présence d'un certain nombre d'éléments roulants 14a, 14c en acier, bon conducteur de la chaleur, qui maintient une capacité de refroidissement suffisante du rotor. On prévoit pour cela que les éléments roulants 14a, 14c 10 en acier restent au contact des pistes de roulement 20, 21 dans les conditions de température normales de fonctionnement.

En d'autres termes, dans ces conditions de température normales de fonctionnement, le diamètre des éléments roulants 14b, 14d en céramique doit de préférence être inférieur ou au plus égal 15 au diamètre des éléments roulants 14a, 14c en acier.

Lors d'un atterrissage, le fonctionnement est le suivant : initialement, la bague de roulement de rotor 12 ne touche pas l'arbre 6 qui tourne à grande vitesse autour de son axe longitudinal I-I. A l'interruption de fonctionnement des paliers 20 magnétiques radiaux tels que le palier 7, le rotor 4 peut se déplacer radialement selon le premier jeu radial 18 jusqu'à venir en contact de la bague de roulement de rotor 12 qui est initialement immobile et se trouve alors entraînée en rotation et entraîne également en rotation les éléments roulants 14. La bague 25 coaxiale de roulement de stator 13 est bloquée ou au moins freinée en rotation dans le stator 1.

A cause de l'inertie et des frottements dans le roulement d'atterrissement, la bague de roulement de rotor 12 ne prend pas instantanément la vitesse de rotation élevée du rotor 4. Un 30 frottement se produit donc entre la portée 17 du rotor 4 et la face annulaire intérieure correspondante 16 de la bague de roulement de rotor 12. Grâce à la réduction des frottements existant entre les éléments roulants 14 adjacents, on permet l'accélération rapide de la bague de roulement de rotor 12, et on réduit donc la durée du 35 frottement entre la portée 17 de rotor 4 et la face annulaire intérieure 16 de la bague de roulement de rotor 12.

La présente invention n'est pas limitée aux modes de réalisation qui ont été explicitement décrits, mais elle en inclut les diverses variantes et généralisations qui sont à la portée de l'homme du métier. Notamment, les roulements d'atterrissement 9 et 10 peuvent être rendus solidaires du rotor 4, au lieu d'être solidaires du stator.

REVENDICATIONS

1 - Roulement d'atterrissement pour pompe à vide, comprenant :

5 - une bague de roulement de rotor (12) et une bague coaxiale de roulement de stator (13) qui définissent entre elles un logement de roulement (19),

10 - des éléments roulants (14a, 14b, 14c, 14d) logés les uns à la suite des autres dans le logement de roulement (19) et venant rouler sur des pistes de roulement (20, 21) respectives des bagues de roulement de rotor (12) et de stator (13), caractérisé en ce que les éléments roulants comprennent une succession alternée d'éléments roulants (14a, 14c) dont la surface externe est en acier et d'éléments roulants (14b, 14d) dont la surface externe est en céramique.

15 2 - Roulement d'atterrissement selon la revendication 1 caractérisé en ce que les éléments roulants (14, 14a, 14b, 14c, 14d) sont des billes sphériques.

20 3 - Roulement d'atterrissement selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que les éléments roulants (14a, 14c) en acier sont constitués d'acier inoxydable.

4 - Roulement d'atterrissement selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les éléments roulants (14b, 14d) en céramique sont constitués de nitride de silicium.

25 5 - Roulement d'atterrissement selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que les pistes de roulement (20, 21) sont en acier inoxydable.

30 6 - Roulement d'atterrissement selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les éléments roulants (14b, 14d) en céramique ont un diamètre légèrement inférieur au diamètre des éléments roulants (14a, 14c) en acier dans les conditions de température normales de fonctionnement.

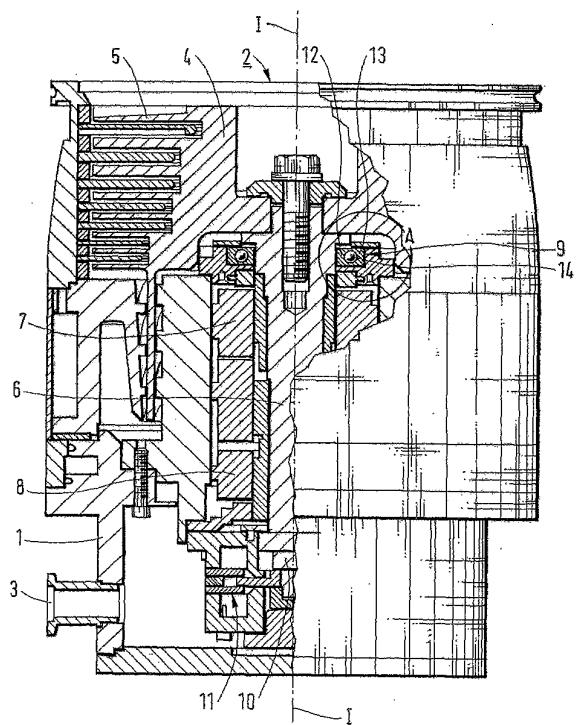
35 7 - Pompe à vide comprenant au moins un palier mécanique d'atterrissement (9) à roulement d'atterrissement selon l'une quelconque des revendications 1 à 6.

8 - Pompe à vide selon la revendication 7, comprenant un rotor (4) mobile en rotation dans un stator (1), avec au moins un palier magnétique radial (7) qui, en fonctionnement normal,

maintient en position radiale centrée le rotor (4) dans le stator (1), et avec au moins un palier mécanique d'atterrissage (9) à roulement d'atterrissage qui, à défaut de fonctionnement normal des paliers magnétiques radiaux (7), limite les déplacements radiaux du 5 rotor (4) dans le stator (1) en assurant un centrage approximatif du rotor (4), un jeu radial (18) étant prévu entre l'une des bagues de roulement de rotor (12) ou de stator (13) et la portée (17) correspondante du rotor (4) ou du stator (1).

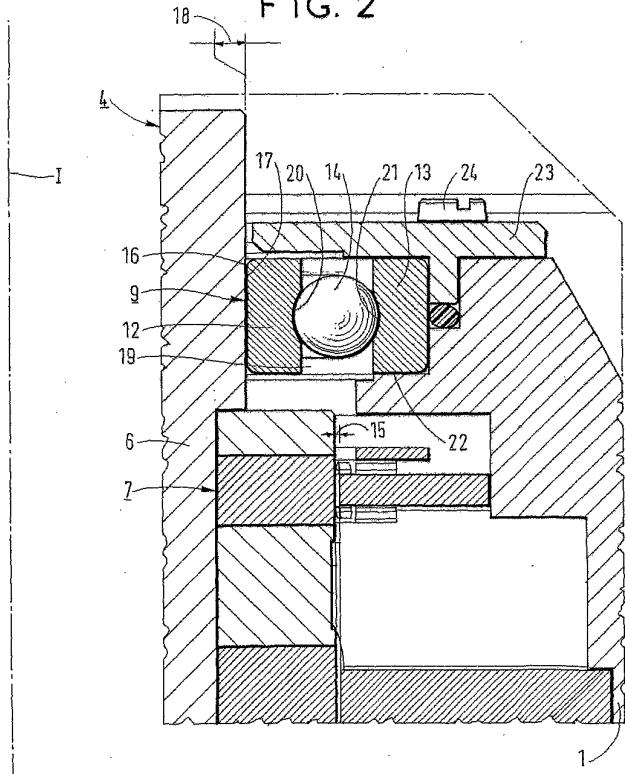
1/4

FIG. 1



214

FIG. 2



WO 02/02957

PCT/FR01/02151

314

FIG. 3

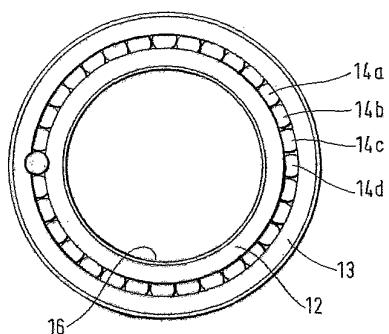
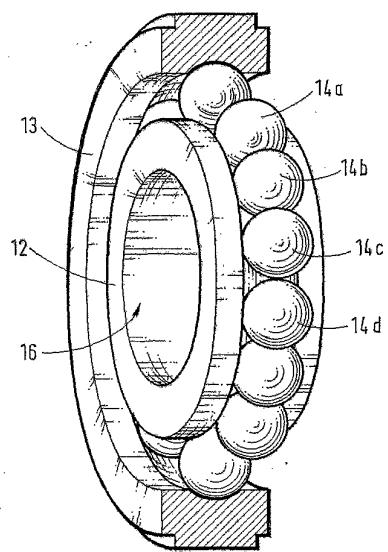


FIG. 4



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No FR 01/02151
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 F16C33/32		
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) IPC 7 F16C		
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 practical, search terms used) WPI Data, EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 197 29 450 A (FAG AIRCRAFT GMBH) 4 February 1999 (1999-02-04) the whole document	1-3, 5, 7, 8
X	FR 1 540 168 A (SOCIÉTÉ D'HORLOGERIE DE LANGENDORF) the whole document	1, 2, 6
A	EP 0 711 929 A (SKF ENG & RES CENTRE BV) 15 May 1996 (1996-05-15) column 2, line 33 -column 3, line 40; figure 1	1-5
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.		<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.
* Special categories of cited documents:		
A document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance		
E earlier document but published on or after the International filing date		
L document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another claim or for a special reason (as specified)		
O document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means		
P document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		
Date of the actual completion of the international search 7 November 2001	Date of mailing of the international search report 14/11/2001	
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.O. Box 8888 Patentlanz 2 NL - 2200 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040, Fax: 31 651 epo nl Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer Hoffmann, M	

Form PCTISA210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/FR 01/02151

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19729450	A	04-02-1999	DE 19729450 A1 JP 11117942 A	04-02-1999 27-04-1999
FR 1540168	A		NONE	
EP 0711929	A	15-05-1996	NL 9401873 A DE 69518488 D1 DE 69518488 T2 EP 0711929 A1 JP 8210258 A US 6149311 A	03-06-1996 28-09-2000 19-04-2001 15-05-1996 20-08-1996 21-11-2000

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE		Indice International No FR 1/FR 01/02151
A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE CIB 7 F16C33/32		
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 PORTÉ Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) CIB 7 F16C		
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) WPI Data, EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		
Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	DE 197 29 450 A (FAG AIRCRAFT GMBH) 4 février 1999 (1999-02-04) le document en entier	1-3, 5, 7, 8
X	FR 1 540 168 A (SOCIÉTÉ D'HORLOGERIE DE LANGENDORF) le document en entier	1, 2, 6
A	EP 0 711 929 A (SKF ENG & RES CENTRE BV) 15 mai 1996 (1996-05-15) colonne 2, ligne 33 -colonne 3, ligne 40; figure 1	1-5
<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 délivrant 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 publié avec une date de dépôt internationale, mais dont cette date ne détermine la date de publication dans autre chantier ou pour une raison spécifique (elle qu'indiquée)		
'D' document se référant à une divulgarion orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens		
'P' document publié avec la date du 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'apportant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie de l'invention		
'X' document particulièrement pertinent, l'avenir non revendiquée ne peut être considéré comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré précédemment		
'Y' document particulièrement pertinent, l'avenir non revendiquée ne peut être considéré comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour un personne de modus operandi		
'G' document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale	
7 novembre 2001	14/11/2001	
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5018 Patentkant 2 NL - 2200 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2640, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3070		
Fonctionnaire autorisé Hoffmann, M		

Formulaire PCT/ISA2/10 (deuxième édition) (juillet 1992)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

T de internationale No
ru /FR 01/02151

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 19729450	A	04-02-1999	DE 19729450 A1 JP 11117942 A	04-02-1999 27-04-1999
FR 1540168	A		AUCUN	
EP 0711929	A	15-05-1996	NL 9401873 A DE 69518488 D1 DE 69518488 T2 EP 0711929 A1 JP 8210358 A US 6149311 A	03-06-1996 28-09-2000 19-04-2001 15-05-1996 20-08-1996 21-11-2000

Formulaire PCT/IBN/210 (entrevue familiale de brevet) (bullet 1/20)

フロントページの続き

(72)発明者 ブイユ , アンドレ

フランス国、エフ - 74000・ヌシー、リュ・エメ・ルベ、12

F ターム(参考) 3H031 DA02 EA07 EA09 FA11

3J101 AA02 AA42 AA52 AA62 BA02 BA10 BA70 EA06 EA44 FA31

FA44 GA57

3J102 AA01 AA07 BA03 BA17 CA04 CA14 DA03 DA09 GA06