

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6469379号
(P6469379)

(45) 発行日 平成31年2月13日 (2019. 2. 13)

(24) 登録日 平成31年1月25日 (2019. 1. 25)

(51) Int. Cl.

F 1

F 1 6 C 32/04 (2006. 01)

F 1 6 C 32/04 Z

F 1 6 C 35/07 (2006. 01)

F 1 6 C 35/07

F 1 6 C 25/08 (2006. 01)

F 1 6 C 25/08 Z

F 1 6 C 19/54 (2006. 01)

F 1 6 C 19/54

F 1 6 C 19/16 (2006. 01)

F 1 6 C 19/16

請求項の数 14 外国語出願 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2014-151636 (P2014-151636)

(22) 出願日 平成26年7月25日 (2014. 7. 25)

(65) 公開番号 特開2015-25555 (P2015-25555A)

(43) 公開日 平成27年2月5日 (2015. 2. 5)

審査請求日 平成29年7月14日 (2017. 7. 14)

(31) 優先権主張番号 13306087.1

(32) 優先日 平成25年7月26日 (2013. 7. 26)

(33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(73) 特許権者 513157198

エスカエフ・マニュティック・メシャトロ
ニクフランス・27950・サン・マルセル・
リュ・デ・シャン・2・ゾーン・アンドゥ
ストリエル・ドゥ・ヴェルノン・サン・マ
ルセル

(74) 代理人 100108453

弁理士 村山 靖彦

(74) 代理人 100064908

弁理士 志賀 正武

(74) 代理人 100089037

弁理士 渡邊 隆

(74) 代理人 100110364

弁理士 実広 信哉

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 磁気的に懸架されたロータシステムのためのボールベアリング型補助ベアリング

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

平均径方向エアギャップを有する少なくとも1つのアクティブマグネティックベアリングと、同軸に配列された第1および第2環状面（124、123）を具備した少なくとも1つの補助ベアリング（118；218）と、によって静止ハウジング（105、115；205、215）に対して支持された回転シャフト（104、114；204、214）を具備したアセンブリであって、

前記同軸に配列された第1および第2環状面（124、123）の一方（124）は、前記静止ハウジング（105、115；205、215）および前記回転シャフト（104、114；204、214）のうちの一方とともにクリアランス（E2）を形成しており、該クリアランス（E2）は前記平均径方向エアギャップよりも小さく、

前記同軸に配列された第1および第2環状面（124、123）の他方（123）は、前記静止ハウジング（105、115；205、215）および前記回転シャフト（104、114；204、214）のうちの他方と一体化されたアセンブリにおいて、

前記補助ベアリング（118；218）は、回転要素（103；113；203；213）を備えた、隣り合って並列に配置された一対の第1ボールベアリングおよび第2ボールベアリングを備え、該第1ボールベアリングおよび第2ボールベアリングは、互いに対してずれを有することを特徴とするアセンブリ。

【請求項 2】

前記ずれは径方向のずれであることを特徴とする請求項1に記載のアセンブリ。

【請求項 3】

前記ずれは角度のずれであることを特徴とする請求項 1 に記載のアセンブリ。

【請求項 4】

前記径方向のずれは、前記クリアランス（E 2）よりも広いことを特徴とする請求項 2 に記載のアセンブリ。

【請求項 5】

前記角度のずれは 5 ～ 30 ° の間に含まれていることを特徴とする請求項 3 に記載のアセンブリ。

【請求項 6】

前記ずれは径方向のずれおよび角度のずれの両方であることを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載のアセンブリ。 10

【請求項 7】

前記ずれは、前記第 1 ボールベアリングと前記第 2 ボールベアリングとの間の幾何学的なオフセットのみによって得られていることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載のアセンブリ。

【請求項 8】

前記ずれは、前記第 1 ボールベアリングおよび前記第 2 ボールベアリングへの異なった荷重の負荷によって、少なくとも部分的に得られていることを特徴とする請求項 1 ～ 7 のいずれか一項に記載のアセンブリ。

【請求項 9】

前記ずれは、異なった剛性もしくは異なった予備荷重状態を有する軸方向バネまたは径方向バネを通じた荷重の負荷によって得られていることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載のアセンブリ。 20

【請求項 10】

前記ずれは、前記第 1 ボールベアリングおよび前記第 2 ボールベアリングへの周方向における不均一な軸方向予備荷重の負荷を通じて得られていることを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載のアセンブリ。

【請求項 11】

前記ずれは、第 1 および第 2 環状波形ラジアルスプリングワッシャ（144A、144B）を、個々の前記第 1 ボールベアリングおよび前記第 2 ボールベアリングの前記同軸に配列された第 1 環状面および第 2 環状面（123、124）の他方（123）と、前記静止ハウジング（105、115；205、215）および前記回転シャフト（104、114；204、214）のうちの他方と、の間に挿入することによって少なくとも部分的に得られており、 30

前記第 1 環状波形ラジアルスプリングワッシャ（144A）は、前記第 2 環状波形ラジアルスプリングワッシャ（144B）とは異なった剛性を有することを特徴とする請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載のアセンブリ。

【請求項 12】

前記第 1 および第 2 環状波形ラジアルスプリングワッシャ（144A、144B）は、各々が個々の第 1 ボールベアリングおよび第 2 ボールベアリングの外周の周りにおいて異なった剛性を有することを特徴とする請求項 11 に記載のアセンブリ。 40

【請求項 13】

前記平均径方向エアギャップは 0.2 ～ 0.5 ミリメートルの間であり、前記クリアランス（E 2）は 0.15 ～ 0.3 ミリメートルの間であることを特徴とする請求項 1 ～ 12 のいずれか一項に記載のアセンブリ。

【請求項 14】

請求項 1 ～ 13 のいずれか一項に記載のアセンブリを具備したことを特徴とするラジアルマグネティックベアリングデバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、磁氣的に懸架されたロータシステムのためのボールベアリング型補助ベアリング、およびそのような補助ベアリングを組み込んだ磁気サスペンションに関する。

【背景技術】

【0002】

マグネティックベアリングは機械的な摩擦無しに作動するが、連続的な電力の供給を必要とする。電力を失った場合、シャフトはいわゆる補助ベアリングによって支持される必要があり、この補助ベアリングは着地ベアリング (landing bearing)、緊急ベアリング、またはバックアップベアリングとも呼ばれている。

【0003】

したがって、アクティブマグネティックベアリングを搭載した回転機械は、機械的補助ベアリングを含んでおり、そのベアリングは、マグネティックベアリングの1つが過負荷となった場合、または電気もしくは電子制御回路が破損または停止もしくは一時停止過負荷となった場合に、作動する。

【0004】

補助デバイスは機械的な冗長を提供し、機械が損傷されることなく、且つ過負荷またはサーボ制御不能が消滅した場合でも、設備が直ちに復旧することが可能であることを完全に保障するように、正確に形成され且つ寸法決定される必要がある。

【0005】

一般的に乾式潤滑またはスリーブブッシュの組み合わせ (平滑リング) の回転要素ベアリングは、補助ベアリングを構成するために使用され得る。しかしながら、平滑な面を備えた補助平面ベアリング、特にスリーブブッシュの組み合わせを使用した補助ベアリングは、様々な欠点を有する。特に、スリーブは標準的に不十分な耐荷重許容量であり、高速のスライドを処理することが不可能である。したがって、「オイルとガス」のような機器に関して、補助ベアリングは一般的にボールベアリング型である。

【0006】

したがって、回転機械のロータの重量および荷重は、磁場のおかげでアクティブマグネティックベアリング (AMB) によって支持され得る。アクティブマグネティックベアリングには補助ベアリングが搭載されており、この補助ベアリングは、機械の待機段階の際にロータを支持し、アクティブマグネティックベアリングが破損した場合にロータを受けることも可能であるべきである。

【0007】

補助ベアリングは、軸方向および径方向において「弱い」予備荷重をかけられた高精度機械ベアリングから成る。

【0008】

着地ベアリング手段の標準的なデザインは、対に組み付けられたアンギュラボールベアリングまたは深溝ボールベアリングであり、それらは軸方向に予備荷重を受けてトルクを増大してもよい。

【0009】

図6はボールベアリング型の従来の補助ベアリング18の例を示しており、一組の回転要素3、13を具備し、回転要素3、13の各セットは静止ケージ1、11と回転ケージ2、12との間にある。回転ケージ2、12は軸X-X' 6の周りに回転する回転部材4と一体化されており、一方で静止ケージ1、11と固定静止部材5との間にはクリアランスが形成されている。クリアランスは例えば0.2~0.3ミリメートルの間であり、例えば0.4~0.6ミリメートルの間とされ得るラジアルマグネティックベアリングに関連したエアギャップ (図示略) よりも小さい。通常は、補助ベアリングのクリアランスは、マグネティックベアリングのエアギャップの約半分である。

【0010】

ボールベアリング型の緊急ベアリングの例は、特許文献1に開示されている。

【0011】

図7は回転機械の垂直支持10の例を示しており、この機械は少なくとも1つのアクティブマグネティックベアリング17、位置センサ16、および前述の図6に関連して開示されたようなものとし得る補助ベアリング18を具備している。回転機械は例えばコンプレッサである。2つのラジアルマグネティックベアリング17は、コンプレッサの中央部の各側に配置されてもよい。2つの補助ベアリング18は、コンプレッサの端部の近傍に配置されてもよい。図7の公知の実施形態においては、補助ベアリングと他の機械との間のクリアランスは参照符号20によって特定されており、そのクリアランスは回転ケージ2、12とロータ4との間にあり、一方で静止ケージ1、11は固定静止部材5と一体化されている。しかしながら、クリアランスは静止ケージ1、11と固定静止部材5との間に存在することも可能であり、この場合、回転ケージ2、12が図6に示されたようにロータ4と一体化されることも可能である。

10

【0012】

ロータ4はアクティブマグネティックベアリング内において浮揚されている一方で、マグネティックベアリングおよび補助ベアリングを組み込んだ機械の処理ガスからの冷却流と組み合わせられたロータの高速回転によって生じる空力トルクは、回転力をボールベアリングの内側リングに向ける傾向があり、ボールベアリング抵抗トルクが小さすぎる場合、これによってボールベアリングの制御不能および不測の回転を導く。この事象はボールの摩耗を加速させ、ベアリングセットの予備荷重を減少させることになり得る。

【0013】

先行技術の補助ベアリングは、非常に多くの場合、ケージ無しデザインの完全な補完ベアリングであるが、それらはケージを収容することも可能である。補助ベアリングは、一般的にシール無しおよびシールド無しの開放ベアリングであり、それらはグリス潤滑される。ベアリング手段の始動トルクの調節のために使用される主パラメータは、軸方向予備荷重バネである。しかしながら、それでは始動トルクを顕著に増加させるには十分でない。トルクを増加するための明確な解決策は、着地シールを追加する以外にない。しかしながら、接触シールは、接触リップの摩耗のために、時間がたてばトルクによって振動を生じる。

20

【先行技術文献】**【特許文献】****【0014】**

【特許文献1】 米国特許第7, 217, 039号明細書

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0015】**

したがって、解決されるべき技術課題は、前述の欠点を改善すること、特に、関連したマグネティックベアリングの破損の際もしくは関連したマグネティックベアリングによって支持されたシャフトが停止する場合に、アクティブマグネティックベアリング上で浮揚された機械のためのロータの着地を確実にする目的のために使用されるカートリッジ内に組み込まれたボールベアリングのセットの起動トルクを顕著に増大し、且つ制御された態様とすることである。

40

【0016】

本発明はさらに、シャフトが非常に高い回転速度において回転され且つ例えば処理ガスの冷却流を伴ったような厳しい状況におかれている場合にさえも、ボールベアリング型の補助ベアリングを効果的に使用する見込みを可能にしている。

【課題を解決するための手段】**【0017】**

本発明は、添付の特許請求の範囲によって定義されている。

【0018】

本発明は、より具体的には、平均径方向エアギャップを有する少なくとも1つのアクティブマグネティックベアリングと、同軸に配列された第1および第2環状面を具備した少

50

なくとも1つの補助ベアリングと、によって静止ハウジングに対して支持された回転シャフトを具備したアセンブリであって、同軸に配列された第1および第2環状面の一方は、静止ハウジングおよび回転シャフトのうちの一方とともにクリアランス（E2）を形成しており、クリアランス（E2）は平均径方向エアギャップよりも小さく、同軸に配列された第1および第2環状面の他方は、静止ハウジングおよび回転シャフトのうちの他方と一体化されたアセンブリにおいて、補助ベアリングは互いに対してずれを有する第1ボールベアリングおよび第2ボールベアリングを具備していることを特徴とするアセンブリに関連している。

【0019】

ずれは径方向のずれ、または角度のずれである。

10

【0020】

その代替として、ずれは径方向のずれおよび角度のずれの両方である。

【0021】

径方向のずれは、好適にクリアランス（E2）よりも広い。

【0022】

角度のずれは、好適に5〜30°の間に含まれ得る。

【0023】

具体的な実施形態によれば、ずれは、第1ボールベアリングと第2ボールベアリングとの間の幾何学的なオフセットのみによって得られてもよい。

【0024】

20

別の実施形態によれば、ずれは、第1ボールベアリングおよび第2ボールベアリングへの異なった荷重の負荷によって、少なくとも部分的に得られてもよい。

【0025】

ずれは、異なった剛性もしくは異なった予備荷重状態を有する軸方向バネまたは径方向バネを通じた荷重の負荷によって得られてもよい。

【0026】

ずれは、第1ボールベアリングおよび第2ボールベアリングへの周方向における不均一な軸方向予備荷重の負荷を通じて得られてもよい。

【0027】

さらに別の実施形態によれば、ずれは、第1および第2環状波形ラジアルスプリングワッシャを、個々の第1ボールベアリングおよび第2ボールベアリングの同軸に配列された第1環状面および第2環状面の他方と、静止ハウジングおよび回転シャフトのうちの他方と、の間に挿入することによって少なくとも部分的に得られており、第1環状波形ラジアルスプリングワッシャは、第2環状波形ラジアルスプリングワッシャとは異なった剛性を有する。

30

【0028】

さらに、第1および第2環状波形ラジアルスプリングワッシャは、さらに各々が個々の第1ボールベアリングおよび第2ボールベアリングの外周の周りにおいて異なった剛性を有してもよい。

【0029】

40

平均径方向エアギャップは好適に0.2〜0.5ミリメートルの間であり、クリアランス（E2）は0.15〜0.3ミリメートルの間である。

【0030】

本発明はさらに、これまでに定義されたようなアセンブリを具備したラジアルマグネティックベアリングに関する。

【図面の簡単な説明】

【0031】

【図1】本発明の第1実施形態によるボールベアリング型の補助ベアリングの、軸方向の半分の断面を示した図であり、径方向のずれは補助ベアリングの並列に配置された2つのボールベアリングの間に生じている。

50

【図2】本発明の第2実施形態によるボールベアリング型の補助ベアリングの、軸方向の半分の断面を示した図であり、環状の径方向のずれは補助ベアリングの並列に配置された2つのボールベアリングの間に生じている。

【図3】本発明の第3実施形態によるボールベアリング型の補助ベアリングの、軸方向の半分の断面を示した図であり、径方向のずれは径方向のずれは補助ベアリングの並列に配置された2つのボールベアリングの間に生じており、波形スプリングワッシャは補助ベアリングのボールベアリングと協働している。

【図4】環状の径方向波形スプリングワッシャを形成するために使用され得る波形スプリングワッシャの上面を示した図である。

【図5】環状の径方向波形スプリングワッシャを形成するために使用され得る波形スプリングワッシャの側面を示した図である。

【図6】先行技術によるボールベアリング型の補助ベアリングの、軸方向の半分の断面を示した図であり、補助ベアリングは並列に配置された2つのボールベアリングを具備している。

【図7】先行技術による補助ベアリングを備えたアクティブマグネティックベアリングを有する回転機械の、軸方向の半分の断面を示した図である。

【発明を実施するための形態】

【0032】

本発明は、実施例を利用して、好適な実施形態に関連して記載される。

【0033】

図1は、本発明の第1実施例によるボールベアリング型の補助ベアリングの一部の例を示している。そのような補助ベアリングは、図7に関連して形成されたような、従来のアクティブラジアルマグネティックベアリング (active radial magnetic bearing) とともに使用されてもよい。

【0034】

図1は、一組の回転要素103、113と具備したボールベアリング型の補助ベアリング118の例を示しており、回転要素103、113の各セットは静止ケーシング101、111と回転ケーシング102、112との間にある。本実施形態においては、回転ケーシング102、112は、個々に軸X-X'106または軸X''-X'''116の周りに回転する回転部材104、114と一体化されており、一方でクリアランスE2は静止ケーシング101、111と固定静止部材105、115との間に個々に形成されている。クリアランスE2は例えば0.2~0.3ミリメートルの間であり、例えば0.4~0.6ミリメートルの間とし得る関連したラジアルマグネティックベアリング (図示略) のエアギャップよりも小さい。通常は、補助ベアリングのクリアランスはマグネティックベアリングのエアギャップの約半分である。図1の実施形態においては、クリアランスE2は静止ケーシング101、111の外側面によって形成された環状面124と、固定静止部材105、115と、の間に形成されており、一方で回転ケーシング102、112の外側面によって形成された環状面123は、回転シャフト104、114と一体化されている。しかしながら、本発明は、クリアランスE2が回転ケーシング102、112の外側面によって形成された環状面123と、回転シャフト104、114と、の間に形成されており、一方で静止ケーシング101、111の外側面によって形成された環状面124が、固定静止部材105、115と一体化された実施形態にも、同様にあてはまる。

【0035】

本発明によれば、補助ベアリング118を構成した第1ボールベアリングと第2ボールベアリングとの間には、オフセットが生じている。したがって、図1のアセンブリは、径方向のずれΔは軸X-X'106と軸X''-X'''116との間において、より一般的には、回転要素103を具備した第1ボールベアリングと、回転要素113を具備した第2ボールベアリングと、の間において自発的に生じるように構成されている。

【0036】

図1の実施形態においては、径方向のずれΔは、主に幾何学的手段によって生じ、すな

わち第1および第2ベアリングのベアリング筐体シート内においてオフセットを生じている。しかしながら、オフセットおよび径方向のずれは、両方のボールベアリングに関して異なった特定の荷重を（矢印150および160の方向に）負荷することによって、さらに生じ得る。これらの荷重は、例えば異なった剛性もしくは異なった予備荷重状態を有する径方向バネまたは軸方向バネによって生じ得る。

【0037】

図2は、本発明の第2実施例によるボールベアリング型の補助ベアリングの一部の例を示している。そのような補助ベアリングは、図7に関連して形成されたような、従来のアクティブラジアルマグネティックベアリングとともに使用されてもよい。

【0038】

図2は、一組の回転要素203、213を具備したボールベアリング型の補助ベアリング218の例を示しており、回転要素203、213の各セットは静止ケーシング201、211と回転ケーシング202、212との間にある。回転ケーシング202、212は、軸X-X'206の周りに回転する回転部材204、214と一体化されており、一方でクリアランスE2は静止ケーシング201、211と固定静止部材205、215との間に個々に形成されている。クリアランスE2は、例えば0.2〜0.3ミリメートルの間であり、例えば0.4〜0.6ミリメートルの間とし得る関連したラジアルマグネティックベアリング（図示略）のエアギャップよりも小さい。通常は、補助ベアリングのクリアランスはマグネティックベアリングのエアギャップの約半分である。

【0039】

図2の実施形態においては、クリアランスE2は静止ケーシング201、211の外側面によって形成された環状面224と、固定静止部材205、215と、の間に形成されており、一方で回転ケーシング202、212の外側面によって形成された環状面223は、回転シャフト204、214と一体化されている。しかしながら、本発明は、クリアランスE2が回転ケーシング202、212の外側面によって形成された環状面223と、回転シャフト204、214と、の間に形成されており、一方で静止ケーシング201、211の外側面によって形成された環状面224が、固定静止部材205、215と一体化された実施形態にも、同様にあてはまる。

【0040】

本発明によれば、本発明によれば、補助ベアリング218を構成した第1ボールベアリングと第2ボールベアリングとの間には、オフセットが生じている。したがって、図2のアセンブリは、角度のずれ α が、回転要素203を具備した第1ボールベアリングと、回転要素213を具備した第2ボールベアリングと、の間に自発的に生じるように構成されている。

【0041】

図2の実施形態においては、角度のずれ α は、主に幾何学的手段によって生じ、すなわち第1および第2ボールベアリングのベアリング筐体シート内においてオフセットを生じている。例えば図2に示されたように、回転要素213を備えた第2ボールベアリングは、軸X-X'206に略直交して組み付けられており、一方で回転要素203を備えた第1ボールベアリングは、角度 α だけ傾斜されている。標準的に、角度 α は約5〜30°の間とされてもよいが、必要に応じて他の数値とすることも可能である。

【0042】

オフセットおよび角度のずれは、両方のボールベアリングに関して異なった特定の荷重を（矢印250および260に）負荷することによってさらに生じ得る。これらの荷重は、例えば異なった剛性もしくは異なった予備荷重状態を有する径方向バネまたは軸方向バネによって生じ得る。

【0043】

同様の補助ベアリングにおいて、図1に示されたような径方向のずれ Δ と、図2に示されたような角度のずれ α と、を組み合わせることも可能である。

【0044】

ある追加の手段は、同様の補助ベアリングに使用される２つのボールベアリングの間のオフセットを生じるように、使用されてもよい。

【００４５】

したがって、不均一な周方向の軸方向予備荷重が、図１の矢印１５０、１６０の方向において、または図２の矢印２５０、２６０の方向において、各ボールベアリングに負荷されてもよい。

【００４６】

軸方向予備荷重の周方向の変化は、ボール１０３、１１３；２０３、２１３と対応したレースとの間の角度接触の変化を引き起こすだろう。シャフトが回転した場合、一回転において角度接触の変化のために、ボール１０３、１１３；２０３、２１３は加速および減速され、したがって、顕著にボールベアリング抵抗トルクを増大する「交通渋滞効果」を生じる。

【００４７】

ボールベアリングへの軸方向および径方向予備荷重の弱い負荷方法により、幾何学的オフセットが、図１および図２に関してこれまでに定義したように得られるだろう。

【００４８】

例えば、第１および第２ボールベアリングの外周の周りに配置された複数のスプリングシムの各々のボルト留めトルクは、不均一になるように選択されてもよく、したがって、軸方向荷重におけるオフセットを故意に生じさせることが可能である。

【００４９】

図３は、補助ベアリングのボールベアリング内のオフセットを生じるために使用される追加の手段の別の例を示している。図３の実施形態は図１の実施形態に概略類似しており、同様の要素は同様の参照符号を有し、かつ再度記載されていない。

【００５０】

図３の実施形態においては、ラジアルスプリングワッシャ１４４Ａが回転ケージ１０２と回転部材１０４との間に挿入されている。同様に、ラジアルスプリングワッシャ１４４Ｂが回転ケージ１１２と回転部材１１４との間に挿入されている。ラジアルスプリングワッシャ１４４Ａ、１４４Ｂは環状の波形スプリングワッシャであり、環状の形状となる前は図４および図５に示されたような波形の鋼ストリップ１４４の形状とされている。ストリップの厚さ a 、波のピッチ P 、波の高さ h 、およびストリップ１４４の長さ L は、ストリップが環状にされて、ラジアルスプリングワッシャ１４４Ａ、１４４Ｂ構成し、回転ケージ１０２、１１２と回転部材１０４、１１４との間に介挿された場合に、そのような波形ストリップ１４４によって構成されたバネの剛性を決定することに寄与している。特許文献２に記載されたように、波形鋼ストリップ１４４は「ボアリースプリング（Borelly springs）」とも名付けられ、製造されて使用されている。

【００５１】

本発明によれば、ラジアルスプリングワッシャ１４４Ａ、１４４Ｂは、周方向に異なった剛性を有するように、且つ補助ベアリングを構成した各ボールベアリングに関しても異なった剛性を有するように設計されている。

【００５２】

図３に示された実施形態においては、ラジアルスプリングワッシャは回転ケージ１０２、１１２と回転要素１０４、１１４との間に挿入され、一方でクリアランス E ２は静止ケージ１０１、１１１と固定静止部材１０５、１１５との間に生じている。しかしながら、クリアランス E ２が回転ケージ１０２、１１２と回転部材１０４、１１４との間に生じ、ラジアルスプリングワッシャ１４４Ａ、１４４Ｂを静止ケージ１０１、１１１と固定静止部材１０５、１１５との間に介挿するようにすることも可能である。

【００５３】

図３の実施形態は図２の実施形態と結合されてもよく、すなわち実施形態において、ラジアルスプリングワッシャ１４４Ａ、１４４Ｂが回転ケージ２０２、２１２と回転部材２０４、２１４との間に挿入されて、角度のずれを生じさせるか、または実施形態において

、クリアランスが回転ケージ 202、212 と回転部材 204、214 との間に生じた場合に、ラジアルスプリングワッシャ 144A、144B が静止ケージ 201、211 と固定静止部材 205、215 との間に挿入されて、角度のずれを生じさせてもよい。

【0054】

本発明は、アクティブマグネティックベアリング上において浮揚された機械のためのロータの着地を確実にすることを目的として使用された、カートリッジ内に組み立てられたボールベアリングのセットの始動トルクを顕著に且つ制御された態様において増大することを可能にしている。始動トルクは、空力効果によって生じた浮揚トルクよりも大きくなるように調節される。

【0055】

着地の際にボールベアリングセットに負荷される荷重が、ボールベアリング予備荷重よりも顕著に大きく、したがって「弱い」予備荷重として制限され得ることが理解されるべきである。したがって、本発明の特徴は、着地の際にボールベアリングの挙動を顕著に変更することなく、補助ベアリングの始動トルクを改良することが可能なことである。

【0056】

本発明による補助ベアリングは、例えば（比較的小サイズのベアリングとともに）例えば小型のターボコンプレッサのような、自動車産業において、または（大サイズのベアリングとともに）例えばモータコンプレッサのような、ガス産業において、異なった器材に使用されてもよい。

【0057】

好適な実施形態が図示され且つ記載されたが、任意の変更および改良が、添付の請求項に定義されたような本発明の範囲から逸脱することなく、行われてもよいことが理解されるべきである。したがって、異なった実施形態の特徴が組み合わせられてもよい。特に、角度のずれとともに径方向のずれを組み合わせることが可能である。

【符号の説明】

【0058】

- 1、11、101、111、201、211 …… 静止ケージ
- 2、12、102、112、202、212 …… 回転ケージ
- 3、13、103、113、203、213 …… 回転要素
- 4、104、114、204 …… 回転部材
- 5、105、115、205、215 …… 固定静止部材
- 6、106、206 …… 軸 X-X'
- 116 …… 軸 X'-X''
- 118、218 …… 補助ベアリング
- 123、124、223、224 …… 環状面
- E2 …… クリアランス
- α …… 角度のずれ
- Δ …… ずれ

10

20

30

【図 1】

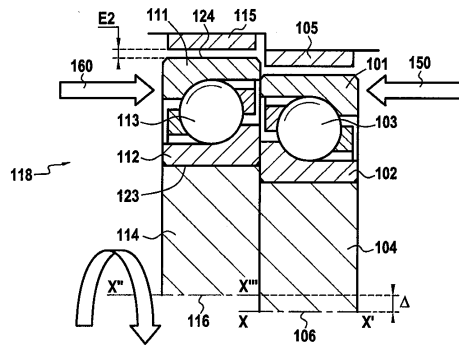


FIG.1

【図 3】

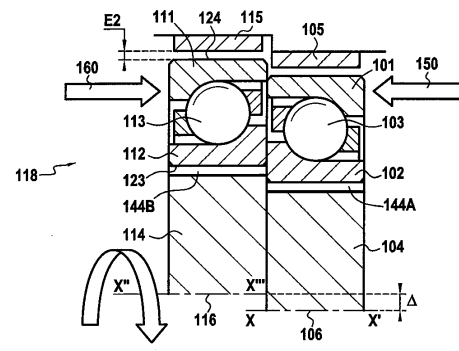


FIG.3

【図 2】

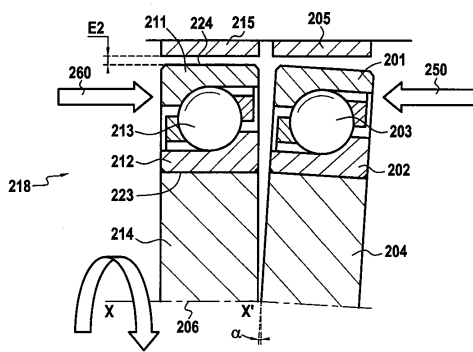


FIG.2

【図 4】

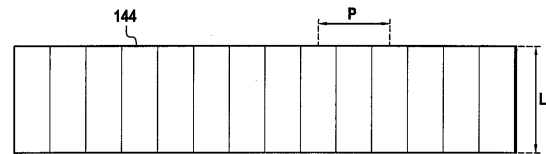


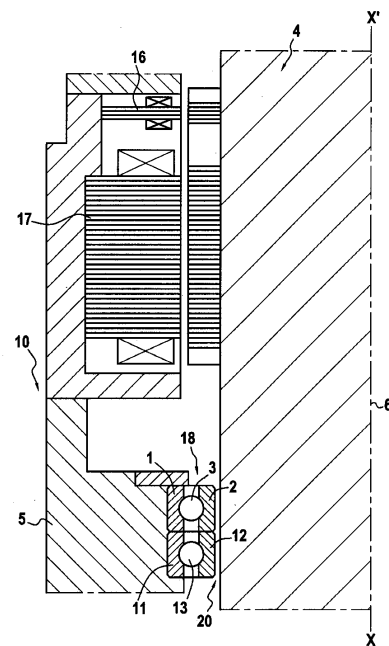
FIG.4

【図 5】

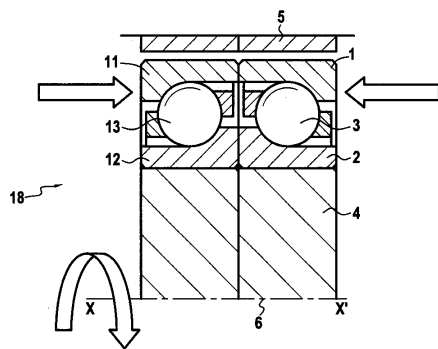


FIG.5

【図 7】

FIG.7
先行技術

【図 6】

FIG.6
先行技術

フロントページの続き

- (72)発明者 フレデリック・ボンソン
フランス・37230・リュイヌ・ヴァレ・ドゥ・ヴォガロー・23
- (72)発明者 モハメド・ベンダウド
フランス・27490・フォンテーヌ・エウードブル・リュ・デリー・1
- (72)発明者 マチュー・オリヴァ
フランス・27200・ヴェルノン・リュ・アルビュフェラ・24
- (72)発明者 ジョアキム・ダ・シルヴァ
フランス・45240・スネリー・リュ・ドゥ・ルアン・8
- (72)発明者 イェンス・アンダース
フランス・76190・イヴト・リュ・デュ・ブルワール・1ビス

審査官 中島 亮

- (56)参考文献 特開2002-221226 (JP, A)
特開平09-210061 (JP, A)
特公昭36-004402 (JP, B1)
特開2000-346068 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16C 19/00-19/56
F16C 21/00-27/08
F16C 32/00-32/06
F16C 33/30-33/66
F16C 35/00-39/06
F16C 43/00-43/08