

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4121947号
(P4121947)

(45) 発行日 平成20年7月23日(2008.7.23)

(24) 登録日 平成20年5月9日(2008.5.9)

(51) Int.Cl.		F I	
F 1 6 C	17/03	(2006.01)	F 1 6 C 17/03
F 1 6 C	17/02	(2006.01)	F 1 6 C 17/02 B
F 1 6 C	27/06	(2006.01)	F 1 6 C 27/06 A
F 1 6 F	15/073	(2006.01)	F 1 6 F 15/073

請求項の数 23 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2003-502383 (P2003-502383)	(73) 特許権者	501465366
(86) (22) 出願日	平成14年6月6日(2002.6.6)		デラウェア キャピタル フォーメイショ ン、インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2004-527714 (P2004-527714A)		アメリカ合衆国 デラウェア、ウィルミン トン、ファウルク ロード 1403、 スイート 102
(43) 公表日	平成16年9月9日(2004.9.9)	(74) 代理人	100066692
(86) 国際出願番号	PCT/GB2002/002399		弁理士 浅村 皓
(87) 国際公開番号	W02002/099294	(74) 代理人	100072040
(87) 国際公開日	平成14年12月12日(2002.12.12)		弁理士 浅村 肇
審査請求日	平成17年5月25日(2005.5.25)	(74) 代理人	100080263
(31) 優先権主張番号	60/296,345		弁理士 岩本 行夫
(32) 優先日	平成13年6月6日(2001.6.6)	(74) 代理人	100087217
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 吉田 裕
(31) 優先権主張番号	0115336.0		
(32) 優先日	平成13年6月22日(2001.6.22)		
(33) 優先権主張国	英国 (GB)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ジャーナル軸受装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転可能な軸(10)用のバックアップ・ジャーナル軸受装置(20、120、220)にして、通常動作において前記軸との間にギャップがあるベアリング面を有するバックアップ・ジャーナル軸受装置であって、

(i) 前記軸をその中に受け入れる軸スペース(26、126)を囲むように構成され、かつ前記軸スペースに面したハウジング面(35)を有するハウジング部分(24、124、224)と、

(ii) 前記ハウジング面の上に横たわる前記軸スペースまわりに配列された複数の弓形の軸受パッド(30_i、130_i)であって、それぞれ前記軸スペースに隣接した軸受面(36_i、136_i)及び前記ハウジング面に隣接したボディ面(34_i、134_i)を有する複数の弓形軸受パッド(30_i、130_i)と、

(iii) 前記ハウジング面に向かう半径方向に及び前記ハウジング面から離れる半径方向に前記ハウジング面に対して動くことができるように、少なくとも一つの軸受パッドを前記ハウジング面に対して支持するように構成された取付け手段(40、140、240)とを有し、

前記取付け手段が、前記可動の軸受パッドの各々に対して、止め手段(45、145、245)と、ばね手段(70、170)とを有し、

前記止め手段が、軸受パッドの間に設けられた制限ボス(50、150)と、軸受パッドの端部に設けられた肩(46、146)とを有し、

前記制限ボスが前記肩上に横たわるように配置された頭部であって、前記ハウジング面から離れる半径方向の軸受パッドの動きを制限し、前記ハウジング面に向かう半径方向の軸受パッドの動きを許す頭部（52、152）を有し、

前記ばね手段が、前記制限ボスの前記頭部によって課される前記制限まで軸受パッドを前記ハウジング面から離して偏倚させ、かつ前記軸受パッドが前記制限で停止された時、該軸受パッドに所定のレベルの予負荷を作用させ、さらに、前記予負荷レベルを越えて前記軸受面に加えられる負荷だけに応じて前記ハウジング面に向かう方向への軸受パッドの動きを許している、バックアップ・ジャーナル軸受装置。

【請求項2】

前記ばね手段（70、170）が、複数の個々にたわみ可能な弾性要素（72、172）を備える、請求項1に記載のバックアップ・ジャーナル軸受装置。

10

【請求項3】

前記取付け手段（40）が、少なくとも一つの可動の軸受パッド（30_i）に対して、少なくとも一つの支持ベグ（60、60'、60''）を含み、該支持ベグは、前記軸受パッド又はハウジング部分の一方に対して一端で固定され、かつ前記パッド又はハウジングの他方のものに対して自由に動ける、支持ベグの固定されていない他端に向かって延びる胴（62、62'、62''）を有し、

前記ばね手段（70）が、半径方向に互いに支持するように配置された個々にたわみ可能な弾性要素（72）の少なくとも一つの積重ね（71）を有し、該積重ね（71）が、前記ハウジング部分に固定された前記支持ベグと前記軸受パッドの間、又は、前記軸受けパッドに固定された前記支持ベグと前記ハウジング部分の間、又は、前記軸受パッドと前記ハウジング部分の間に、圧縮の状態で配置されており、少なくとも一つの積重ね（71）は穴が開けられていて前記支持ベグの前記胴と同軸に配置されている、請求項2に記載のバックアップ・ジャーナル軸受装置。

20

【請求項4】

前記個々にたわみ可能な要素が環状の皿ばね（72）であり、前記ばね手段が前記環状皿ばねの少なくとも一つの積重ね（71、71'、71''）を有している、請求項2又は請求項3に記載のバックアップ・ジャーナル軸受装置。

【請求項5】

前記個々にたわみ可能な要素が、前記ハウジング部分及び前記軸スペースの円周方向に延在した板ばね（172_A、172_B、172_C）であり、前記ばね手段が、前記軸受パッドの各々に対して、該軸受けパッドと前記ハウジング面の間、半径方向に互いに支持するように配置された前記板ばねの積重ね（171）を有している、請求項2に記載のバックアップ・ジャーナル軸受装置。

30

【請求項6】

前記板ばねの積重ね（171）が、前記軸受パッド（130_i）の各々に対して、少なくとも第1のばね（172_A）、第2のばね（172_B）、第3のばね（172_C）を有し、前記第1のばね（172_A）が軸受パッドの一方の端部領域に近接して終わりかつそこに回動自在に固定され、前記第2のばね（172_B）が前記軸受パッドの反対側の端部領域に近接して終わりかつそこに回動自在に固定され、前記第3のばね（172_C）が、その中心で、前記軸受パッドの半径方向に延びる支持ベグ（160_i）に取り付けられ、かつ前記支持ベグに沿った滑動に対して及び前記ハウジング面からの変位に対して前記支持ベグによって拘束されている、請求項5に記載のバックアップ・ジャーナル軸受装置。

40

【請求項7】

前記積重ねられた板ばね（172_A、172_B、172_C）の各々が、ハウジング軸線（125）に中心があり、他の板ばねとほぼ等しい曲率半径のほぼ円筒形の湾曲を有し、それによって、重なり合うばねが入れ子状に積み重ねることができる、請求項6に記載のジャーナル軸受装置。

【請求項8】

前記板ばねが、各々、前記ハウジング部分及び軸スペースに対して円周方向に延び、か

50

つ少なくとも3つの円周方向に離隔配置された互いに隣り合う軸受パッドを支持し、前記板ばねの各々が前記積重ね中の隣接したばねに対して円周方向にずれており、各前記軸受パッド(130₂)に対して、前記軸受パッドの前記一方の端部に固定された第1のばね(172_A)が前記軸受パッドの前記反対の端部に向かう方向で円周方向に離隔配置された軸受パッド(130₃)の第3のばねを構成し、さらに、前記軸受パッドの前記反対の端部に固定された第2のばね(172_B)が前記軸受パッドの前記一方の端部に向かう方向で円周方向に離隔配置された軸受パッド(130₁)の第3のばねを構成している、請求項7に記載のバックアップ・ジャーナル軸受装置。

【請求項9】

前記第3のばね(172_C)が、その支持ペグから±60°から±120°の範囲の角度で延びている、請求項7又は請求項8に記載のバックアップ・ジャーナル軸受装置。

【請求項10】

前記軸受パッド(130₂)の第1及び第2のばね(172_A、172_B)それぞれが、円周方向に離隔配置された隣接両軸受パッド(130₁、130₃)それぞれの第3のばねを構成している、請求項7から9のいずれか一項に記載のバックアップ・ジャーナル軸受装置。

【請求項11】

前記可動の軸受パッド(130_i)の各々に対する前記止め手段(145、245)が、前記軸受パッドの円周方向両端部に離隔配置された少なくとも一对の肩(146'_i、146''_i)を備え、各肩が、前記軸スペースの方に面しかつ前記軸受面側がさねはぎされた表面(147'_i、147''_i)を有し、各肩に対して前記制限ボス(150_i)の頭部(152_i)が少なくとも一つの隣接軸受パッドの一方の肩の上に横たわるように配置され、少なくとも一つの前記制限ボス(150_i)が離隔配置された両軸受パッドの間を円周方向に延びている各板ばねの穴(174)を通っており、各前記板ばねが前記穴の近くに板ばねのたわみを弾性限界内に維持する強化手段(174')を有している、請求項7から10のいずれか一項に記載のバックアップ・ジャーナル軸受装置。

【請求項12】

各支持ペグがハウジング面から半径方向に離れる方向の第3のばねの変位の限界を定める支持ペグの軸線方向に移動可能なばね止め(173₂)を有し、

前記可動の軸受パッド(130_i)の各々に対する前記止め手段(145、245)が、前記軸受パッドの円周方向両端部に離隔配置された少なくとも一对の肩(146'_i、146''_i)を備え、各肩が、前記軸スペースの方に面しかつ前記軸受面側がさねはぎされた表面(147'_i、147''_i)を有し、各肩に対して前記制限ボス(150_i)の頭部(152_i)が少なくとも一つの隣接軸受パッドの一方の肩の上に横たわるように配置され、

前記制限ボス(150₃、150₆)が各支持ペグで取り付けられたばね(172_C)を張力のかかっている状態に維持するように配置され、そのばねの両端部が前記制限ボスの頭部と前記軸受パッドの肩(146''₃、146'₁)との当接によって広げられている、請求項7から10のいずれか一項に記載のバックアップ・ジャーナル軸受装置。

【請求項13】

各制限ボスの前記頭部(152_i)がカム面(176)を画定し、前記軸受パッドの端部の肩(146'')が該カム面と協働するカム従動部を画定し、前記肩が前記制限ボスと当接することによって、前記肩が前記軸スペースに対して半径方向及び円周方向に動き、前記軸受パッドの両肩の動きの違いの結果前記軸受パッドが傾く、請求項12に記載のバックアップ・ジャーナル軸受装置。

【請求項14】

前記取付け手段が減衰手段(180)を含み、該減衰手段が前記軸受けパッド(130₂)及び該軸受パッド(130₂)から円周方向に離隔した少なくとも一つの軸受パッド(130₃、130₁)の円周方向に延在した板ばね(172_A、172_B、172_C)間の接触からなり、それにより、ばねの積重ねによって与えられた偏倚力を超えた力が軸受

10

20

30

40

50

パッドに作用した際、各軸受けパッドがハウジング部分の方へ変位可能であり、

前記第3のばね(172_c)の変位が、前記円周方向に離隔した両軸受パッド(130₃、130₁)の端部の肩に固定されたその両端で、偏倚力の成分を生成し、該偏倚力の成分が、前記変位方向に作用し、前記円周方向に離隔した両軸受パッド(130₃、130₁)の前記カム従動面(147'₃、147"₃; 147'₁、147"₁)を前記各制限ボスのカム面に沿って摺動させ、前記円周方向に離隔した両軸受パッドの前記軸受けパッド(130₂)から遠位の端が前記カム面によって前記軸スペースの方へ変位させられ、前記円周方向に離隔した両軸受パッドの軸受面が前記軸スペースの方へ傾斜させられる、請求項13に記載のバックアップ・ジャーナル軸受装置。

【請求項15】

前記取付け手段が減衰手段(180)を含み、該減衰手段が前記軸受けパッド(130₂)及び該軸受パッド(130₂)から円周方向に離隔した少なくとも一つの軸受パッド(130₃、130₁)の円周方向に延在した板ばね(172_A、172_B、172_C)間の接触からなり、それにより、前記ハウジング面に向かう方向の前記軸受けパッドの変位が、前記円周方向に離隔した軸受パッドの少なくとも一部を前記ハウジング面から前記軸スペースへの方向に変位させる、請求項7に記載のバックアップ・ジャーナル軸受装置。

【請求項16】

前記取付け手段が前記ばね手段(70; 170)によって形成された減衰手段(80; 180)であって、軸スペース内での軸の偏心回転による軸受けパッドの変位に应答し、前記ばね手段から前記軸への反発力を減少させる減衰手段を有している、請求項1から15

のいずれか一項に記載のバックアップ・ジャーナル軸受装置。

【請求項17】

前記減衰手段(180)が、前記ばね手段の相対的に滑る接触面の間にクーロン減衰を生じさせる摩擦減衰手段である、請求項16に記載のバックアップ・ジャーナル軸受装置。

【請求項18】

前記減衰手段が前記軸スペース回りの異なる円周方向位置で異なる減衰を提供するように配列されている、請求項14から17のいずれか一項に記載のバックアップ・ジャーナル軸受装置。

【請求項19】

前記ばね手段(70; 170)が前記軸スペース回りの前記軸受けパッドの半径方向位置に応じて変化する予荷重とばね定数の少なくとも一つを提供するように配置されている、請求項1から18のいずれか一項に記載のバックアップ・ジャーナル軸受装置。

【請求項20】

各可動の軸受けパッド(30_i、130_i)に対する前記止め手段(45; 145; 245)が軸受けパッドの両端部に離隔した少なくとも一対の肩(46'_i、46"_i; 146'_i、146"_i)を有していて、各肩が、前記軸スペースの方を向いていて、前記ベアリング面側がさねはぎされた面(47'_i、47"_i; 147'_i、147"_i)を有しており、各前記肩に対して、前記制限ボス(50'_i; 150"_i)が、前記ハウジング面から軸受けパッドの端部近くに延在していて、前記肩に乗るように配置された頭部(52'_i; 152"_i)を有している、請求項1から19のいずれか一項に記載のバックアップ・ジャーナル軸受装置。

【請求項21】

前記軸スペース(26; 126)がその中に受け入れられる軸の断面積よりも大きい断面寸法を有していて、軸の回転中、前記軸と前記軸受けパッドの間に所定のギャップ(42_i)を画定している、請求項1から20のいずれか一項に記載のバックアップ・ジャーナル軸受装置。

【請求項22】

前記止め手段(245)が前記運転ギャップの大きさを変えるように前記ハウジング面に対して半径方向に変位自在である、請求項21に記載のバックアップ・ジャーナル軸受

10

20

30

40

50

装置。

【請求項 23】

前記軸への支持度合いを決定し、該支持度合いに応じて前記止め手段(245)によって前記運転ギャップを変更するバックアップ制御手段(232)が設けられている、請求項22に記載のバックアップ・ジャーナル軸受装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転軸用のジャーナル軸受に関し、特に、異常な動作条件で軸と軸受の間に不均一な接触が起こるかもしれない状況において、重くて高速回転する軸を支持するよう

10

に構成された軸受に関する。

【背景技術】

【0002】

本発明は、それだけではないが、特に、バックアップ軸受装置を形成するジャーナル軸受に関し、この軸受装置では、軸を正常な間隔で支持する手段が不注意又は故意に取り除かれた状況、あるいは、外部衝撃又は内部不均衡によって軸に対する負荷が通常の懸架手段の制御からはずれる場合を除いて、軸の面又は軸の面に支えられた回転軸受部品は、静止部分に対して、静止部分から離隔して通常回転する。

【0003】

そのような状況で、相対的に動く部分と静止部分の間の直接接触は振動を引き起こす可能性があり、この振動は、初期の衝撃負荷の増幅を長引かせ及び/又は生じさせ、どちらかの表面又は両方の表面に損傷を与える。

20

【0004】

そのような接触が必然的に軸の回転の停止に通じるとき、運転を再開する前に軸受面を取り替えることができる限り、直接接触及び結果としての損傷は許容できるかもしれない。しかし、意図的な中断の無い状態での軸回転中に衝撃が生じた場合、そのような衝撃によって、とにかく軸の停止及び軸受の磨き直しを必要とするほどに回転の制御の低下及び損傷が引き起こされるかもしれない。

【0005】

軸を変位させる衝撃力及び/又は軸の重さを受け入れるように、(好ましくは)静止部分を弾性的に取り付けることは、そのようなジャーナル軸受の領域で一般に知られている。しかし、大きな機械では、そのような弾性を設けることによって、軸の回転偏心を共振点まで強めることなく、そのような軸が及ぼす負荷を支持することができること、又は弾性を動作条件に合わせることもできることと関連した変位のためのスペースが不十分なために生じる問題を含んださらに他の問題が発生する。

30

【0006】

そのような問題は、軸が正常な懸架位置からそれた後でのみ機能するバックアップ軸受だけでなく、軸と接触して又は潤滑膜で軸から離れて通常動作する主要な支持軸受と見なすことができるものによっても起こる。追加の構造上の要求に対して適切なスペースが使用できない場合、外部衝撃負荷又は弾性取付けによる回転偏心からの過剰な応力を排除することは、弾性取付け又は他の軸受部品に負荷をかけすぎることになる。

40

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

本発明の目的は、ジャーナル軸受装置を回転可能な軸に提供することであり、このジャーナル軸受装置によって、そのような軸の偏心回転に起因する異常なレベルの負荷と関連した構造及び動作問題の多くが軽減される。また、本発明の他の目的は、主要軸受又はバックアップ・ジャーナル軸受装置のようなジャーナル軸受装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

50

本発明の第1の態様に従って、回転可能な軸のためのジャーナル軸受装置は、
 (i) 前記軸をその中に受け入れる軸スペースを囲むように構成され、かつ軸スペースに面したハウジング面を有するハウジング部分と、
 (i i) ハウジング面の上に横たわる軸スペースのまわりに配列された複数の弓形の軸受パッドであって、それぞれ軸スペースに隣接した軸受面及びハウジング面に隣接したボディ面を有する複数の弓形軸受パッドと、
 (i i i) ハウジング面に向かう半径方向に及びハウジング面から離れる半径方向にハウジング面に対して動くことができるように、少なくとも一つの軸受パッドを前記ハウジング面に対して支持するように構成された取付け手段とを有し、

前記取付け手段が、前記可動の軸受パッドの各々に対して、止め手段と、ばね手段とを有し、

前記止め手段が、軸受パッドの間に設けられた制限ボスと、軸受パッドの端部に設けられた肩とを有し、

前記制限ボスが、前記肩上に横たわるように配置された頭部であって、前記ハウジング面から離れる半径方向の軸受パッドの動きを制限し、前記ハウジング面に向かう半径方向の軸受パッドの動きを許す頭部を有し、

前記ばね手段が、前記制限ボスの前記頭部によって課される前記制限まで軸受パッドを前記ハウジング面から離して偏倚させ、かつ前記制限で停止された軸受パッドに所定のレベルの予負荷を作用させ、さらに、前記予負荷レベルを越えて前記軸受面に加えられる負荷に応じて前記ハウジング面に向かう方向への軸受パッドの動きを許している。

【0009】

好ましくは、軸受装置は、ばね手段で画定されかつ軸スペース内での軸の回転偏心による軸受パッドの変位に応じる減衰手段を含んで、ばね手段から軸への反発を減少させる。

【0010】

好ましくは、ばね手段は、互いに積み重ねられた複数の個々にたわみ可能な弾性要素を備える。

【0011】

弾性要素は、ハウジング部分の円周方向に寸法的に制限され、それから円周方向に離隔配置された個々の軸受パッドと関連するように積み重ねられる。又は、弾性要素は、円周方向に延び、かつ複数の円周方向に離隔配置された軸受パッドの支持に寄与するように、隣の弾性要素から円周方向にずれて積み重ねられる。両方の場合において、個々にたわみ可能な弾性要素を積み重ねることで、たわみの際、接触する弾性要素の表面の相対的な動きによって摩擦減衰が実現される。後者の場合、弾性要素は、偏心して回転している軸による負荷に応じて、そのような摩擦減衰だけでなく、円周方向に離隔配置された軸受パッドに対して負荷のかかった軸受パッドの変位を結合させることで、軸に位相がずれた減衰負荷をもたらすことができる。

【0012】

本発明の第2の態様に従って、主軸受け装置によって支承された軸用のバックアップ・ジャーナル軸受装置は、段落「0008」で定義されるようなジャーナル軸受装置を備え、軸スペースがその中に受け入れられる軸の断面積よりも大きい断面寸法を有していて、軸の回転中、前記軸と前記軸受パッドの間に所定のギャップを画定している。

【0013】

本発明の実施例は、ここで、添付の図面を参照して、例として説明する。

【実施例】

【0014】

図1から図2(b)を参照すると、軸10は、長手方向軸線12によって画定される円柱形の表面11を有し、この長手方向軸線12まわりに回転することができる。軸は、14で示されるハウジング内に含まれ、このハウジング内で、動作中に、軸は、当技術分野で慣例的な図8(a)に示す電磁懸架軸受5を含んだ、18で示す懸架装置で支持されて、回転するように構成されている。本発明に従って、ジャーナル軸受装置20は、ハウジ

10

20

30

40

50

ング14に対して取り付けられていて、以下でさらに説明するようにバックアップ軸受装置を形成する。ジャーナル軸受装置は、動作中の軸を囲むように構成された、24で示すハウジング部分を含み、さらに軸の回転軸線12と名目上は一致する長手方向の軸線25を有する。

【0015】

軸受装置は、一緒に機能するように意図されている軸から独立して存在し、それで、独立した存在に合わせて、軸受装置をその中に軸を受け入れる軸スペース26を囲むものと呼ぶのが便利ではあるが、そのような軸の寸法、及び回転の慣性及び静的重量のような他のパラメータが装置に影響を及ぼす。そして、図示及び説明を明確にするために、図1(a)として示す図1の右上部分は、軸が適所に正常動作配置にある状態で示されている。図1(b)として示す図1の左下側は、以下でより詳細に説明するように、正常動作配置から半径方向に変位した軸を示す。

10

【0016】

ハウジング部分24は、単一ボディであってもよいし、又は図示のように直径に沿った境界面29に沿って接合された上部及び下部半円部品すなわち外殻27及び28を備えてもよい。ハウジング部分24は、軸線25のまわりの円周方向に互いに離隔配置されたN個の弓形の軸受パッド30₁~30_Nで内側を内張りされている。本明細書では、円周方向及び円周方向に離隔配置されている軸受パッドについての言及は、それに応じて解釈されるべきである。Nは、偶数か奇数であってもよく、また、図示のように、8個の軸受パッド30₁~30₈は、直径方向に向き合う対で配置され、軸受パッドの全数がハウジング部分内に含まれている。

20

【0017】

各軸受パッド30_iは(ここで、i=1~8)、対応する形をしたハウジング面領域35_iの上に横たわる実質的に円筒形で半径方向に凸状の外表面34_i、及び滑り軸受材料38_iの層で画定された円筒形で半径方向に凹状の内表面36_iを有する鋼ボディ33_iを備える。同じ特徴は各軸受パッド30_iにもあるが、図は、主に軸受パッド30₁、30₂及び30₈に関する特徴を示す。

【0018】

この実施例において、滑り軸受材料は、Federal-Mogul Deva Werke GmbH, Stadtallendorf, Germanyから商標DEVAの下に市販されているような、乾燥動作の潤滑油充填焼結金属材料である。

30

【0019】

各軸受パッド30_iは、40で示す取付け手段でハウジング部分24に対して取り付けられ、それによって、軸受パッドの配列は軸受面36_iで軸スペース26を画定する。その結果、軸10が正常動作配置にある状態で、すなわち軸線12と25が一致している状態で、軸は、42_iで示すような小さなギャップだけ軸受面から半径方向に離れ、さらに凸状表面34_iは、ギャップ44_iだけハウジング部分から半径方向に変位するようになる。

【0020】

軸受面36_iの曲率半径は、これらの曲率半径がギャップ42_iだけ離れているときに同心であるように、軸の面11の曲率半径よりも大きくてもよく、又は、軸受面36_iの曲率半径は、軸に接触しているとき軸の面11に一致するように、軸の曲率半径に実質的に等しくてもよく、又は、軸受面36_iの曲率半径は、妥協であってその2つの値の間であってもよい。

40

【0021】

また、取付け手段40は、軸受パッドの半径方向内側への変位、すなわちハウジング面から離れる動き、を制限するために、45で示す止め手段を備える。止め手段の部分として、各軸受パッド30_iは、その端部又は他の都合のよい縁端部に、それぞれ肩46'_i及び46''_iを有する。各肩は、軸スペース26の方を向いて軸スペースに対してさねはぎされた表面を有し、さらに、各肩は、肩の上に横たわるように配置された頭部を有する制

50

制限ボス50_iと協働して、ハウジング面から離れる方向の軸受パッドの変位を制限しかつハウジング面に近づく方向への軸受パッドの変位を可能にする。

【0022】

この実施例では、各制限ボスは、隣り合う軸受パッドの間に配置されるので、その結果、制限ボスの頭部は、少なくとも1つの軸受パッドの少なくとも1つの端部の肩の上に横たわらようになる。制限ボスの頭部は、軸受パッドの肩に接したとき、少なくともギャップ44_iの厚さ寸法だけ軸受面36_iに対して引っ込んでいる。

【0023】

理解することができるように、各制限ボスは、隣り合う軸受パッドの対の間で共用され、軸受パッド30_oでは、制限ボス50_o及び50_iが使用される。この実施例では、各制限ボスはハウジング部分24に対して適所に固定されるが、必要であれば、制限ボス50_iはハウジング部分24に対して半径方向に変位可能であってもよいし、さらに半径方向内側への移動を制限する例示のねじ頭部52_iのような当接部と共に滑動可能であってもよい。

【0024】

また、取付け手段40は、1つ又は複数の支持ペグ60を各軸受パッドと関連して備え、各々の支持ペグは、67でハウジング部分24の壁の貫通穴66とねじ係合する頭部64から実質的に半径方向にギャップ44_iの中に延びる胴62を有し、このねじ係合によって、頭部64の半径方向の位置を調整することができる。各軸受パッド30_iは、その凸状面34_i内に、支持ペグ60と対応する数のくぼみ68を有し、このくぼみは、突出する支持ペグの胴62を遊びを持って収容するような寸法に作られ、制限ボス50_i及びハウジング部分24の壁との当接で課せられる制限の範囲内で、軸受パッド30_iが半径方向に移動することができるようにする。

【0025】

さらに取付け手段40はばね手段70を備える。ばね手段70は、互い積み重ねられ、ハウジング部分と軸受パッドによってサンドイッチ状に挟まれた複数の個々にたわみ可能な弾性要素を有している。少なくとも1つの支持ペグ60、また、一般的には各支持ペグ60は、その胴62に、ベルヴィレ座金または皿ばねとしても知られている型の環状皿ばね72の積重ね71を保持している。

【0026】

ばねの積重ね71が、止め手段45によって制限されかつ許される範囲で、軸受パッド30_iをハウジング面から離すように、各支持ペグの頭部64は、それぞれの穴66の中に位置付けされハウジング面に対して固定される。さらに、ばね手段70が制限ボス50_iによって所定の予負荷レベルに圧縮されるように、各支持ペグの頭部64は穴の中に位置付けされる。すなわち、各軸受パッドは、制限ボスと当接して位置付けされて、ハウジング部分24に対してギャップ44_iを画定し、さらに、ばね負荷を上回った、軸受パッドの面36_iに対する半径方向の負荷に対応してだけ、軸受パッドはハウジング部分24の方に変位する。しかし、そのような変位がばね手段70のさらなる圧縮を伴う限り、軸受パッドの変位に対する抵抗は、また、変位に応じて次第に増加するが、最終的には、軸受パッドはハウジング部分24に「底」をつける。

【0027】

そのような状況を図1(b)に示す。この図で、理解されることであろうが、12'で示す軸線は、ハウジング部分24との同心から変位し、軸10は軸受パッド30_oの対応する形をした表面に直接接触していて、軸受パッドを押してハウジング部分24と係合させている。先に言及したように、各端部の肩46'_i及び46"_iの深さは、制限ボスの頭部が軸受面36₇及び36₈に対して引っ込んだままで軸10に接触しないようなものではあるが、制限ボスの頭部は、軸受材料を備え、底をつけた軸受パッドの表面と面一の軸受面(53_oで、ゴーストを示す)を形成することができることは理解されるであろう。

【0028】

理解されるであろうが、軸、軸受パッド、及びハウジング部分の表面は、ギャップ42

10

20

30

40

50

及び44で隔てられたとき、基本的に同心ではあるが、それらの間の接触は、軸の変位によってだけ生じることができるので、実際には、変位した軸は、いつでも、少数の軸受パッドとだけ接触することができる。

【0029】

磁気懸架の無い軸を完全に支持するためのバックアップを提供する軸受装置20の場合、主要な負荷は、軸の重量により、ハウジング部分24の下部に限られている。したがって、軸受パッド30₁、30₂、30₇及び30₈を取り付けることとの関連において、ばね手段70には、それにかかる軸重量の成分に対応する負荷が、軸受パッドを、止め手段の制限ボスとの当接から離すのに不十分であるようなレベルに、予負荷をかけることができる。

10

【0030】

軸の重量が唯一の問題である場合、軸受パッド30₃~30₆は、異なって取付けられてもよい。しかし、下記より理解されるように、ハウジング部分24の上部と関連したばね手段、すなわち30₃~30₆に予負荷をかけることが好ましい。全ての軸受パッドは、同じ程度の予負荷のかかった状態で取り付けることができるが、ハウジング部分24のまわりの異なった位置にある軸受パッドに対して予負荷を変えることが有利であるかもしれない。

【0031】

磁気懸架の制御する能力を越えた外部力すなわち釣り合いのとれていない力を受ける軸受装置20の場合、軸が回転し続けている間に、そのような回転の偏心によって、軸の表面は、少なくとも一時的に、軸受パッド30₁~30₈に接するようになり、軸受パッドに半径方向の負荷を加える。負荷が取付け手段で加えられる予負荷よりも小さければ、軸受パッドは軸を支持するが、一方で、負荷が大きければ、軸受パッドは、軸の半径方向の変位を妨げるばね手段の偏倚力に抗して変位し、軸の半径方向の変位を完全に停止させるか、又はハウジングに対して衝撃を相当に減少させるかどちらかである。

20

【0032】

しかし、軸のいずれかの軸受パッドによるそのような弾性支持は、軸のたわみ時、エネルギーを蓄え、変位負荷が減少するときにそのエネルギーを軸に戻すばね手段で実現される。そして、偏心回転の負荷変化と、ばね手段から軸へのエネルギーの戻しは、偏心を悪化させるかもしれない。取付け手段40は、減衰手段を含み、この減衰手段は、ばね手段70で画定され、軸による軸受パッドの変位に応答して、ばね手段から軸へのエネルギーの戻しを減少させる。

30

【0033】

ばね手段が、個々にたわみ可能なばね72の少なくとも1つの積重ね71を備える限り、摩擦減衰手段は、負荷をかけられまた負荷を除かれときのたわみの際に、当接する表面間の相対的な滑りによって摩擦すなわちクーロン減衰を実現するばねの各前記積重ねで構成される。このように、軸受パッドに加えられる負荷は、一部は摩擦熱として放散され、また一部はたわんだばねの中に蓄えられて、ばねの積重ねの見掛けの剛性を増し、さらに負荷が取り除かれるときに、蓄えられた負荷だけが軸に戻されて、ばねの積重ねの見掛けの剛性を減少させる。

40

【0034】

理解されるであろうが、各前記ばねの積重ねで達成される摩擦減衰の量は、個々の当接するばね表面の面積及び数に依存する。

【0035】

ばね手段への予負荷は、バックアップ軸受が動作すべきである場合に生成される大きな力を有効に制限するために必要とされるスペースすなわちギャップ44_iの量を減らすだけでなく、皿ばねの数及びその厚さで、減衰応答を荷重及びたわみに合わせることを可能にする。

【0036】

したがって、各軸受パッドの減衰弾性応答は、特定の軸で予想される、又は実際に経験

50

される負荷力に応じて、個々の軸受パッド取付けを調整することで変えることができる。

【0037】

ばね手段と制限ボス50_iの間の位置関係によって、軸受パッドを全体として物理的に変位させるほどに十分でない、軸と軸受パッドの間の負荷レベルに対して、軸受パッドが傾斜する形で弾性があってもよい。それでも、表面損傷を減ずる。

【0038】

明らかに、上述の実施例の動作原理から逸脱することなしに、いくつかの変形物が、上述の実施例に適用されてもよい。ハウジング部分まわりの異なる位置の予負荷の差のような動作的な変形物、及び軸受パッドの数、支持ペグの数及び位置、及びばね手段の取る形のような構造的な変形物がある。

【0039】

それぞれ図3及び図4の断片的な図に示す他の構造では、支持ペグは、軸受パッドに対して固定された胴部分及びハウジング部分に対して滑動可能な頭部を有することができる。

【0040】

図3を参照すると、支持ペグ60'は、軸受パッド30_iのくぼみ68'に対してねじ係合で固定された胴62'、及びハウジング部分24の穴66'に対して滑動可能な頭部64'を有する。ギャップ44に近接した肩を画定し、肩の断面を減らすが、支持ペグの胴62'の滑り通過を可能にするものの頭部64'の通過を阻止するような寸法に作られたくびれ69'を、穴66'は有する。ばね手段70'は、ギャップ44に含まれ、かつ最も好都合なことには、完全に圧縮されたときに軸受パッド及び/又はハウジング部分24の面内に收容される皿ばね72'の積重ね71'を備える。理解されることであろうが、頭部64'は、くびれ69'の肩を押してばねの予負荷をもたらすようになり、さらに軸受パッドの変位と共に変位することができる。

【0041】

図4を参照すると、ハウジング部分24は、半径方向内側の端部で開いているが半径方向外側の端部で閉じるか栓をされている有底くぼみ66"を画定する穴を含む。支持ペグ60"は、軸受パッド30_iのくぼみ68"に対してねじ係合67"で固定されている胴62"、及びハウジング部分24のくぼみ66"に対して滑動可能な頭部64"を有する。ばね手段70"は、軸受パッド30_iが変位したときに圧縮される皿ばね72"の積重ね71"として、頭部64"とくぼみ66"の閉じた端部の間に配置されている。

【0042】

また、理解されるであろうが、止め手段45は、軸受パッドの肩46'、及び46"、及び制限ボス50_iとは別の方法で、軸受パッドの周方向端部を含んだ縁端部に、例えば軸受パッドの軸方向に対向する側面に形成することができる。もしくは、止め手段は、さねはぎされた肩及び制限ボスを省き、ハウジング部分を通り抜けて軸受パッドの凸状表面の中にスライド可能に延びハウジング部分との当接で半径方向内側の変位が制限される頭部付きねじを介して、ハウジング部分に対して可動な軸受パッドを保持することができる。そのような制限は、ばね手段を有する図3の支持ペグ60'及びくびれ69'構造によって、又は、ばね手段無しで、減衰手段の調整を助けるように周方向及び/又は軸線方向にずらされた同様な支持ペグ(図示しない)によって実現することができる。

【0043】

実施例は、乾燥動作の潤滑油含侵軸受層の材料に関して説明した図示したが、他の軸受材料を軸受パッド面に使用することができ、また、滑り軸受材料にもかかわらず、ジャーナル軸受装置20は、一般的に90で示す流体供給手段を含むことができる。この流体供給手段は、潤滑流体及び/又は冷却流体を、軸受パッドの本体内の導管92を介してハウジングから各軸受パッドの軸受面36_iに供給するように動作することができる。

【0044】

ジャーナル軸受装置20が、制御された磁気懸架装置のためのバックアップ軸受を構成し、センサを含む磁気懸架装置が軸を支持することができないときに動作するようになる

10

20

30

40

50

限り、英国特許公開公報 G B - A - 2 2 6 8 9 8 3 に記載されているやり方で、そのような出来ないことをバックアップ制御手段 7 (図 8 (a)) で感知し使用することができる。また、流体供給手段 9 0 は、点線の導管 9 2 で示すように、少なくとも、軸が支承されつつある又は実際に支承されている軸受パッドに、又はこの軸受パッドを通して、好都合には気体である加圧流体の供給を接続しかつ維持して、凹状の軸受パッド面と軸の間に流体静力学 (又は、空気静力学) 軸受を形成する。そのような流体圧力の効果は軸受パッド及びその弾性取付けに抗して作用するが、不利な条件以外では軸受パッドが変位しないことを保証するように、加えられる予負荷を作ることができる。

【 0 0 4 5 】

理解されることであろうが、軸受パッド 3 0_i と軸の間のギャップ 4 2_i の厚さは、正常動作中小さいが、軸受パッドが負荷を支えているときよりも相当に大きい。しかし、特に、磁気軸受が、その与える支持の度合いに関して信頼の低下を感知する場合、流体は、正常動作中に、低い速度で全ての軸受パッド又は選ばれた軸受パッドに供給されて冷却効果を実現し、及び / 又は高速反応支持を実現することができる。漏れ及び / 又は圧縮性 (気体の場合) に対する耐性の結果としてそのような流れで生成される低圧力は、弾性的に取り付けられた軸受パッドを減衰させるための追加の調整パラメータを与えることができる。

【 0 0 4 6 】

磁気懸架用のバックアップ軸受に係る上記の説明を考慮して、理解されることであろうが、少なくとも軸が負荷支持膜の中で回転しているとき、ギャップ 4 2_i が小さくかつ軸受パッド 3 0_i を介した流体の供給を永久に備える場合、そのような軸受装置は、代わりにまたそのような磁気懸架無しで、流体静力学形又は流体動力学形の主要軸支持軸受を形成することができる。回転軸を変位させるように作用する不平衡又は外力は、動作の大部分の態様で、軸と軸受面との減少するギャップの中の局所的な圧力の増加によって吸収される。しかし、力が特定の軸受パッドの予負荷よりも大きくなる場合、軸受パッドは、変位して軸に加えられる復元力に寄与することができ、その結果、軸と軸受パッドの間の流体膜の崩壊はない。

【 0 0 4 7 】

先の説明において、軸受パッドの曲率は、軸受の形と関連した動作及び、もしあれば、追加の潤滑油の性質に従って決定される。図 1 (b) から理解されるであろうが、凹状面 3 6_i に軸の曲率半径に等しい曲率半径を与えることで、軸が直接凹面に向かって変位する場合、最大の一致が示される。しかし、軸負荷が隣り合う軸受パッドで共有される場合、それだけ一致は小さくなる。また、正常動作のギャップ 4 2_i は軸線のまわりで一様でない。他方の極端で、各軸受パッドの曲率の中心がハウジング及び正常位置の軸のそれと一致する場合、一様なギャップ 4 2 があるが、変位した軸は特定の軸受パッドに完全には支承されない。したがって、これらの極端の間の曲率を指定することが最も実際的である。しかし、ギャップ 4 2 は、実際には小さく、例えば 0 . 5 m m 程度であるので、上述の妥協の曲率は有効な支持のために十分である。そのような考察は、流体潤滑された流体静力学又は流体動力学軸受ではあまり問題でなく、この場合には、正常動作でのギャップ 4 2 全体にわたった軸と軸受面との関係が主要な問題である。

【 0 0 4 8 】

特に、半径方向に傾いて加えられる力に関して、皿ばねの環状の形がそのばねの動作を一様にするので、皿ばねは使用するのに便利であるが、入れ子形の積重ねに適している他の形のばねを使用することもできる。例えば、ばねは、半径方向に対して垂直な軸線のまわりに円筒形の湾曲を有し、湾曲軸線の方で実質的に平らであることができる。また、ばねが軸受パッド及び / 又はハウジング面に対して傾きを有する限り、ばねは、軸受パッドよりも円周方向に大きな全体的な広さを有することができる。

【 0 0 4 9 】

上述の第 1 の実施例及びその変形物において、各軸受パッドに対応したばね手段の部品は自己完結的であり、それによって、各軸受パッドは互いに独立して動くことができるだ

10

20

30

40

50

けでなく、その動きの特性、すなわち予負荷、ばね剛性、及び摩擦減衰は、独立に、かつごく少数の部品交換でハウジング軸線まわりの位置に応じて、調整することができる。しかし、軸受パッドの弾性的な取付けは、軸をハウジング部分との同心から変位させる力を吸収し放散させるのに役立つが、そのような基本的に受動的な反応は、全ての動作環境にとって最良ではないかもしれない。

【0050】

例えば、先に述べた磁気軸受5では、軸は、ハウジング部分と同心のその長手方向軸線まわりで回転するように意図され、かつバックアップ軸受を画定する軸受パッドからギャップだけ離れて配置されており、軸がハウジング軸線から変位した軸線のまわりで偏心して回転し始めた場合、すなわち、旋回し始めた場合、軸は、軸受パッドから軸受パッドへと回転するときに、1つの軸受パッドに近接したギャップを閉じ、周期的に衝突する傾向があり、各軸受パッドは、減衰弾性取付けにもかかわらず、全体的に見て関係のある表面又は軸に対する衝撃磨耗又は損傷を防ぐことができる時間中に、偏心回転の成長を防止することができないかもしれない。

10

【0051】

図5(a)から図5(e)を参照すると、図5(a)は、ジャーナル軸受装置120の第2の実施例の端部の図を示し、この軸受装置は、先に述べた別個に磁氣的に懸架された軸10に対してバックアップ軸受を形成する。上記の部品のいくつかは、先に述べたものと実質的な対応性を有し、一般的に、「100」だけ数値を増した数を有する。

【0052】

バックアップ軸受装置120は、長手方向軸線125を有し、かつ軸スペース126を囲む円筒形のハウジング部分124を備え、この軸スペースは、動作中、ハウジング軸線125と一致する軸線12のまわり回転自在な、別の軸受装置によって懸架された軸10を含むように意図されている。

20

【0053】

ハウジング部分124は、単一ボディであってもよいし、又は図示のように直径に沿った境界面129に沿って接合された上部及び下部半円部品すなわち外殻127及び128を備えてもよい。ハウジング部分124は、軸線125のまわりの円周方向に互いに離隔配置された6個の弓形軸受パッド130₁~130₆の環で内側を内張りされる。

【0054】

各弓形軸受パッド130_iは(ここで、i=1~6)、対応する形をしたハウジング面領域135_iの上に横たわる実質的に円筒形で半径方向に凸状の外表面134_i、及び滑り軸受材料138_iの層で画定された円筒形で半径方向に凹状の内表面136_iを有する鋼ボディ133_iを備える。滑り軸受材料は、上述のような乾燥動作の潤滑油含浸焼結金属材料であってもよく、又は以下で述べるように流体潤滑油を加えることが必要とされるものであってもよい。

30

【0055】

各軸受パッド130_iは、140で示す取付け手段でハウジング部分124に対して取り付けられ、それによって、軸10が所望の動作配置にあるように、すなわち軸線12と125が一致するように、軸受パッドの配列は軸受面の軌跡で軸面126を画定し、軸面は、軸受パッド面136_iから小さなギャップだけ半径方向に離れて配置され、さらに凸状表面134_iはハウジング面から半径方向に離れている。

40

【0056】

また、取付け手段140は、軸受パッドの半径方向内側への変位、すなわちハウジング面から離れる動きを制限するために、145で概ね示す軸受パッド止め手段を備える。図5(a)の下方の部分断面正面図で拡大し部分的に示す図5(d)及び図5(e)で適切に理解されるように、各軸受けパッド130_iは、その端部領域130'_i及び130''_iに、それぞれ軸受パッド端の肩146'_i及び146''_iを形成しており、各肩は、軸スペースに面し、かつ軸受面側がさねはぎされている表面147'_i及び147''_i、及び軸スペースとは反対側に面している他の面148'_i及び148''_iを有する。146''_iの

50

ような各肩は、軸受パッド端部領域に近接したハウジング面から延び、かつ肩の上に横たわるように配置された頭部 152_i を有する 軸受パッド 止め、すなわち制限ボス 150_i と関連して、ハウジング面からの 軸受パッド の変位を肩表面 $147''_i$ との当接で制限するが、肩の他の表面 $148''_i$ との当接で制限されるまで、ハウジング面の方向への 軸受パッド の変位を可能にする。

【0057】

各制限ボスは、ボスの頭部が少なくとも1つの隣り合う 軸受パッド の少なくとも1つの端部の肩の上に横たわるように、隣り合う 軸受パッド の間に配置される。最も実際的には、図示したように、制限ボス は、隣接する 軸受パッド で共有される。すなわち、制限ボス 150_1 は、軸受パッド 130_1 と 130_2 の間に配置され、制限ボス 150_2 は、軸受パッド 130_2 と 130_3 の間に配置されるなどである。別の観点から見ると、軸受パッド 130_2 は、一对の制限ボス 150_1 及び 150_2 と関連しており、これらのボスの頭部 152_1 及び 152_2 は、それぞれ肩 $146'_2$ 及び $146''_2$ の上に横たわる。

【0058】

また、取付け手段 140 は、支持ペグ 160_i を各 軸受パッド 130_i に対応して備え、この 支持ペグ は、ハウジング部分 の貫通穴 166_i とねじ係合する頭部 164_i から実質的に半径方向に延びる胴 162_i を有する。軸受パッド の各々は、その凸状面 134_i に、軸受パッド が旋回し滑動することができるようにする遊びをもって、突出する 支持ペグ の胴を収容するような寸法に作られた対応する数のくぼみ 168_i を有する。

【0059】

また、取付け手段 140 は、軸受パッド とハウジング面の間に、ハウジング部分 と 軸スペース の円周方向に延びる板ばね 172_i (ここで、 $i = A, B, C, \dots$) の形をした複数の個々にたわみ可能な弾性要素を備えるばね手段 170 を含む。各々の板ばねは、ハウジング軸線 125 に中心があるほぼ円筒形の湾曲、及びその他の板ばねとほぼ等しい固有の曲率半径を有し、それによって、ばねは、半径方向で、他方の中に一方を入れかつ一方を他方に 支持 させて、軸受パッド の懸架をもたらす 積重ね 171 を形成することができる。板ばねは、ハウジング軸線 方向でほぼ平らであり、軸受パッド の幅にほぼ等しい幅を有し、その結果、負荷伝達のために、板ばね間に相当な面積の対面接触があるようになる。

【0060】

続けて 軸受パッド 130_2 を例にすると、積重ね 171 は、軸受パッド 130_2 の1つの端部領域 $130'_2$ に近接して終わりかつ肩 $146'_2$ に回動可能に固定された第1のばね 172_A 、軸受パッド 130_2 の反対側の端部領域に近接して終わりかつ肩 $146''_2$ に回動可能に固定された第2のばね 172_B 、及び、支持ペグ 160_2 特に胴 162_2 でその中心を取り付けられた第3のばね 172_C を備える。第3のばねは、胴 162_2 に対して小さな遊びを有し、それによって、胴 162_2 に沿った滑動に制限され、かつ変位の制限を画定するように胴 162_2 の軸線に沿って位置決めすることができるナットの形のばね止め 173_2 によってハウジング面からの変位に関して制限されている。第1及び第2のばねは、ハウジング部分 及び互いに対しての変位に抵抗を示さないように、胴 162_2 に対してより大きな遊びを有する。

【0061】

板ばね 172_A 及び 172_B の各々は、軸受パッド 130_2 の端部領域 $130'_2$ 、 $130''_2$ に近接した終端 172_{A2} 及び 172_{B2} に、端部領域よりも僅かに大きな軸線方向の幅、及び 軸受パッド の肩の側面に立ちかつ 軸受パッド の肩に固定されるように構成され軸線方向に離隔配置され半径方向に延びるフランジ 176 を有する。

【0062】

機能的には、第3のばねは、主要なばねとして考えることができるが、一方で、軸受パッド 130_2 に固定された第1及び第2のばねは、2次的なばねとして考えることができ、ここではそのようなものとして言及される。

【0063】

10

20

30

40

50

この実施例では、軸受パッドと同じ数すなわち6つの板ばねがあり、板ばねはほぼ等しい長さである。図5(a)から明らかになるように、板ばねは、各々円周に沿って延びかつ3つの隣り合って円周方向に離隔配置された軸受パッドの支持を達成するように配列され、前記ばね172_A、172_B、及び172_Cの各々は、隣接した積重ねのばねに対して円周方向にずれており、その結果、各前記軸受パッド、例えば130₂に関して言えば、前記一方の端部領域130'₂に固定された第1のばね172_Aは、軸受パッド130₂の前記反対側の端部領域130''₂方向に円周方向に離隔配置された軸受パッド130₃の第3のばね172_Cを構成し、さらに、前記反対側の端部130''₂に固定された第2のばね172_Bは、軸受パッド130₂の前記一方の端部130'₂方向に円周方向に離隔配置された軸受パッド130₁の第3のばね172_Cを構成する。すなわち、概ね、各軸受パッド130_iに関して、その軸受パッドに対応した第1及び第2のばねは、それぞれ、円周方向に離隔配置された両隣りの軸受パッドの第3のばねを構成する。

10

【0064】

さらに、130₂のような各前記軸受パッドに関して、対応した第3のばね172_Cが、その支持ペグから約±90°の角度、すなわち180°の夾角で円周方向に延びる。正確な角度は、配列の軸受パッドの数及び円周方向の寸法、及びその下に各ばねが延びている軸受パッドの数によって決定されるが、好ましくは以下で述べる理由のために±(60から120)°以内である。

【0065】

制限ボスは、各々の支持ペグで取り付けられた第3の主要ばねを応力のかかった状態に維持するように配置されて、そのばねの端部は、制限ボスの頭部で端部が固定されている軸受パッド肩の当接によって離れて広がっている。すなわち、主要ばねは、肩を制限ボスに押し付け偏倚させ、全てのばねが同様に取り付けられ固定されている限り、各々の軸受パッドと当接する制限ボス頭部の間にほぼ一樣な半径方向の偏倚力が働いている。

20

【0066】

板ばねは、止め手段の制限ボスが配置されている隣接する軸受パッド間のギャップを横切って円周方向に延びるので、制限ボス150_i各々は、各ばねの穴174を通り抜けている。ばねのたわみが弾性限界内に維持されることを保証するために、各前記板ばねは、前記穴の近傍に、軸スペースに対して円周方向及び半径方向に延びる部分を有する1つ又は複数のフランジを備えた強化手段174'を有する(図5(c)に最もよく見られるように)。

30

【0067】

また図5(e)を参照すると、各制限ボス150_iは、その頭部にカム面を形成し、対応した軸受パッド端部の肩が協働可能なカム従動部を形成し、それによって、肩は制限ボスとの当接で軸スペースに対して半径方向及び円周方向に動くことができるようになり、さらに軸受パッドは、軸受パッドの両端部での肩の同様な又は異なる動きに応じて動くことができるようになる。

【0068】

各前記制限ボス150_iは、隣接する軸受パッドの方に開き、かつ前記軸受パッド端部の肩146''_iを収容する寸法に作られたくぼみ175で画定される頭部152_iを有する。前記くぼみは、円周方向及び半径方向に直交して延びる軸線177のまわりに作られかつカム面を画定する壁176を有する。また、軸受パッド端部の肩の表面147''_i及び他の表面148''_iは、各々、円周方向及び半径方向に直交して延びている軸線178'及び178''それぞれのまわりに作られ、カム面176との当接で、カム面176に対して平行移動及び回転を可能にするように構成された凸状カム従動部として形成されている。表面147''_i及び他の表面148''_iは隣接するのが好都合であるが必須ではなく、また、一致した軸線178'及び178''は、共通の軸線178のまわりに、軸受パッドのほぼ半円筒形の端部領域を画定する。

40

【0069】

そのようなカム及びカム従動部の曲率を平行な軸線のまわりに画定することで、高い負

50

荷耐性を有するだけでなく、許容できるかもしれないレベルより高い摩擦レベルも有する線接触がもたらされ、そして、望むならば、カム従動部及びカム面の少なくとも1つは、円周方向及び半径方向の少なくとも1つの方向に延びる179'、179"、又は179" 'のような軸線のまわりにも作られ、いっそう多くの点接触をもたらすことができる。

【0070】

正常動作の模式的簡略図である図6を参照すると、ばねは、肩表面147'及び147"をカム面176に対して付勢している。

【0071】

回転軸線がある方向にハウジング軸線から変位させられることによって、別の(磁気)軸懸架装置が、回転軸とある軸受面とのギャップを維持することができない場合、軸は、例示の軸受パッド130₂のような軸受パッドに支えられてもよい。軸によって加えられる負荷によるが、制限ボスの頭部152₁及び152₂に軸受パッド130₂を保持している様々なばね傾力は打ち負かされ、軸受パッドの肩の面147' _i及び147" _iは制限ボスに対して半径方向に変位する。この変位は、少なくとも、軸受パッド端部の肩の面148' _i及び148" _iがカム面176に接するようなレベルに負荷が達するまで(破線で示すように)、ばね積重ねによって抵抗される。そのような変位によって、対応した主要及び2次的ばね172_A、172_B及び172_Cは、両方ともたわみ、滑って互に位置を調整し合う。したがって、軸の負荷は、軸面と軸受パッドの間の衝撃で生じる損傷を防止する弾性で支えられる。

【0072】

理解されることであろうが、ばね手段のたわみは、エネルギーの蓄積を含み、このエネルギーは、負荷が減らされたとき、軸に戻される。バックアップ軸受の軸受パッドとの接触が生じたとき、軸が正常に回転しているので、エネルギーが減衰されなければ、ばね手段からのエネルギーの戻りは問題になるかもしれない。

【0073】

取付け手段140は、一般的に180で示されかつばね手段170によって少なくとも一部が画定される減衰手段を含み、この減衰手段は、軸スペース内での軸の偏心回転による軸受パッドの変位に応じ、ばね手段から軸へのエネルギーの戻りを減少させる。

【0074】

このように、軸受パッド130₂が、振動又は偏心回転する軸によって周期的に加えられる負荷を受ける場合、ばね手段170は、ばねから軸へのエネルギーの戻りを妨げるように減衰を実現し、積み重ねられたばねの接触する面が、たわみの間に、ばね面の上述の相対的な滑りによって摩擦減衰又はクーロン減衰をもたらす。また、もちろん、各主要ばねがいくつかの隣接軸受パッドの2次的なばねを構成する限り、理解されることであろうが、ばね間の相対的な動きによって引き起こされる摩擦減衰は、隣接軸受パッドのばねの間でも起きる。

【0075】

しかし、取付け手段140は、ちょうど摩擦減衰又はクーロン減衰以上のものを与え、減衰手段180は、ばね手段内に、例示の軸受パッド130₂と関連したばねの積重ねと、軸スペースのまわりに円周方向に軸受パッド130₂から離れて配置された軸受パッド130₁及び130₃との間の結合を構成する。その結果、ハウジング面に向う方向の軸受パッド130₂の変位によって、円周方向に離隔配置された軸受パッド130₁及び130₂の少なくとも一部分が、ハウジング面から離れ、軸スペース及びその中の回転軸の方へ変位させられる。

【0076】

主要ばね172_Cを有する軸受パッド130₂についてこのばね結合を模式的に示す図7(a)から図7(c)を参照すると、上で示したように、ばねの円周方向の長さ及び軸受パッドの円周方向の配置は、正常条件で、ばねの端部が、隣り合う軸受パッド130₁及び130₃の遠位の端部の肩146' ₁及び146" ₃に固定され、かつ制限ボス150₆及び150₃のカム面との肩146' ₁及び146" ₃の当接によって張力がかかった状態で

10

20

30

40

50

保持されるようなものである。主要ばね 172_c は、支持ペグ から約 90° 延びるので、その結果、軸受パッド 130_2 が半径方向に変位した場合、主要ばねの中心領域も変位し、円周方向に離隔配置された軸受パッドの端部の肩に固定された各端部で、前記支持ペグの方向にほぼ作用し、かつ円周方向に離隔配置された軸受パッドの端部の肩のカム従動部を制限ボスのカム面に沿って滑らせるように動作可能な偏倚力の成分を生成する。その結果、円周方向に離隔配置された軸受パッドの軸受パッド 130_2 から近位の端部は、カム面に従って変位して軸スペースから離れるようになり、円周方向に離隔配置された軸受パッドの軸受パッド 130_2 から遠位の端部はカム面に従って軸スペースの方へ変位して、その軸受パッドの軸受面の一部が傾き軸の方へ変位するようになる。そのような円周方向に離隔した変位は、偏心回転軸に対するギャップを埋めるように配置され、結果として、軸受パッド が、軸がパッド 130_2 に負荷を加えている場所から円周方向に離隔した軸面に支持されるようになり、すなわち、軸受パッド 130_2 に加えられている負荷から約 90° ずれた、回転偏心の成長をより適切に低下させることができる力を軸に加えるようになる。

10

【0077】

最適減衰は、直角位相で位相が進んでいるそのような軸受負荷によって、すなわち、軸回転に関して、軸回転の方向に離隔している円周方向に離隔配置された軸受パッドによって達成されるが、また、前記軸受パッド 130_2 と、軸回転に関して軸回転の方向に対して反対に離隔配置された同じく円周方向に離隔配置された軸受パッドとの間に、ばね手段内の結合があることは好都合である。これによって、対称性のために構造が簡単になるだけでなく、最適減衰が軸回転方向と無関係になる。

20

【0078】

また、理解されることであろうが、直角位相進み減衰は望ましいが、有効な減衰は他の位相角で達成することができ、上述のように第3のばね(主要ばね)をその支持ペグから 60° から 120° の範囲の角度で延ばすことで適切な減衰を達成することができる。例えば、軸受装置 120 と同様な軸受装置は、ハウジング部分まわりに配列されたそれぞれ約 45° で延びる8つの軸受パッドを有することができる。それぞれと関連した主要ばねは、3つの隣り合う軸受パッドの下に延びるか5つの隣り合う軸受パッドの下に延びるかによって、 $\pm 67.5^\circ$ から $\pm 112.5^\circ$ で延びることができる。また、奇数の軸受パッド、例えば5つの軸受パッドがあってもよい。そのとき、各主要ばねは、3つの隣り合う軸受パッドと関連するように $\pm 108^\circ$ で延びることができる。このように、ある軸受パッドと一列に並んで中心に位置合せされたそのような主要ばねの各々は、非隣接軸受パッドの端部に固定されるように延びることができ、及び/又は各前記支持ペグは特定の軸受パッドと一列に並んだ状態以外であるが制限ボスのやり方で軸受パッド間に配置されることができる。したがって、主要ばね長のそのような変化は、使用される軸受パッドの数及び範囲に相当な許容範囲を与える。

30

【0079】

ばね及びばね積重ねの配置がとる形の変形例を論じている間に、理解されることであろうが、円周方向に延びるばねの材料及び寸法の適切な選択によって、軸受装置全体の弾性及び摩擦減衰を変えることができる。この円周方向に延びるばねは、各々複数の軸受パッドと関連し、異なる動作のばねを使用してハウジング軸線のまわりで変えて軸の重量を支持するハウジング部分内の一番下の軸受パッドに最大負荷がかかるようにすることができ、又は、主要ばね及び2次ばねと共に積み重ねられ及び関連した軸受パッドを越えて円周方向に延びない追加のばねを使用して個々の軸受パッドで変えることができる。

40

【0080】

理解されることであろうが、積重ねのばねの間の相対的な滑りによって摩擦減衰が達成されるとき、接触するばね表面全体の面積の関数である摩擦のレベルは、表面の数及び各表面の面積を選択することで制御することができる。バックアップ軸受が「乾燥動作」である限り、表面間の接触は、積重ね状態のばねが静止摩擦を示し、過剰な熱を発生し、又は互いに溶着さえもする危険があるようなものである場合には、ばね表面のいくつか又は

50

全てに潤滑油又は低摩擦被膜を施すことができる。

【0081】

バックアップ軸受装置20及び120の各々は、正常動作のために、軸と軸受パッド間の間にギャップを必要とし、このギャップ内で、軸は、磁気懸架又は他の別の軸受懸架の制御帯域内で動き、かつ軸受パッドに接触しないことができる。別の磁気懸架が制御を維持している限り、設計は、バックアップの動作が早すぎないギャップの大きさと、偏心回転軸に非常に多くの平衡はずれエネルギーを得させることがないギャップの大きさの間で妥協しなければならない。

【0082】

しかし、動作中にギャップを変え、かつ軸回転及び/又は別の(磁気)懸架の懸架効力を監視する手段を設けることで、別の懸架が稼動中に故障した場合、又はそれが与えている懸架の信頼のレベルが低下した場合でも、軸受パッドと軸の間のギャップは、軸が別に支持されえないこと、すなわち実際又は初期の磁気軸受故障の検出に応じて、無くされる程度に、信頼の無さに比例して有効に減らすことができる。

【0083】

図8(a)及び図8(b)を参照すると、図8(a)は、磁気制御器7によって電流が流される電磁電機子磁極の配列を備え、それらの磁極がエア・ギャップ8だけ軸から離れて取り囲む、軸を有する磁気回路を決定する一般的に知られている形の能動的に制御される電磁軸受5によって、磁氣的に懸架された軸10を示す。センサ9はエア・ギャップの変化を検出し、磁気制御器に信号を送ってコイル電流を一緒に又は相対的に変える。また、図は断面正面図で、磁気軸受にバックアップ軸受装置を形成するジャーナル軸受装置220の第3の実施例を示す。バックアップ軸受装置は、多くの部品を装置120と共用し、これらには同じ参照番号を与え、再び詳細に説明しない。上記の他の部品は、上述のものと同質的な対応を有し、一般に、先頭に「2」の付いた数字を有する。

【0084】

バックアップ軸受は、軸の支持レベルを決定しかつ支持レベルの信頼に応じて軸受パッドと軸の間の動作ギャップを軸受パッド止め手段で変えるように動作することができるバックアップ制御手段282を含むことで主に特徴づけられる。軸受パッド止め手段は、動作ギャップの大きさを変えるようにハウジング面に対して変位可能である。

【0085】

上述のように、軸受パッド止め手段は、130₁及び130₂のような隣り合う軸受パッドの間に、250₁のような制限ボスを備え、この制限ボスは、隣り合う軸受パッドの端部領域にある肩に対応し、この肩との制限当接を達成するようにくぼんだ頭部152₁を有する。軸受装置120では、同等の制限ボス150₁はハウジング部分に固定されているのに対して、この実施例では、制限ボス250₁は、円柱253₁に取り付けられ、取付けブッシュ253'₁の中で、半径方向の軸線に沿ってハウジング部分に対して平行移動可能である。

【0086】

バックアップ制御手段282は、さらに、前記制限ボスの半径方向平行移動を同時に達成するために、前記制限ボスの円柱に結合された作動手段283を備える。この作動手段は、ハウジング部分まわりに円周方向に延び、かつ制限ボスの円柱の配列から軸線方向に変位しているがその配列に近接したリング手段284の形をとり、そして、各前記制限ボスの円柱とリング手段の間の機械的な結合手段285は、リング手段の円周方向回転を各前記制限ボスの半径方向の動きに変えるように動作することができる。リング手段は、制限ボスの円柱の配列をサンドイッチ状に挟む一対の実質的に平らな環状のリング284_A、284_Bを備え、そして、機械的な結合手段は、円周方向及び半径方向に対して傾いた溝に係合可能な一方から他方への軸線方向の突起部を備え、カム及びカム従動部対を形成し、それによって、円周方向のリングの変位が全制限ボスの半径方向の変位をもたらす。各制限ボスの円柱253に対して、軸線方向の突起部は、ハウジング軸線125に平行な軸線に沿って円柱253及び隣接するリング284_A、284_Bの各々の溝286_A、28

10

20

30

40

50

6_Bそれぞれを通して延びるボルト285'で形成される。理解されることであろうが、リング手段284は、個々の制限ボスとの前記機械的な結合によって、ハウジング部分に対して支持されている。

【0087】

作動手段283は、さらに、リング手段のリングに接線方向に動作可能に結合されてハウジング部分に対して円周方向にリング手段の回転運動をもたらす相対的に往復運動可能なシリンダ付きピストン装置287、ならびに制御器回路288を備える。この制御器回路288は、磁気軸受エア・ギャップ・センサ9からの信号を受け取り、そして、エア・ギャップ変化とメモリ288'に格納された磁気軸受制御の欠乏の間の予めプログラムされるか、「学習」された関係との比較によって、シリンダ付きピストン装置287に作動信号を与えて、リング手段の回転をもたらす、さらに制限ボスを半径方向内側に駆動する。その結果、バックアップ軸受パッドは、軸面に接触するか、又は軸面が支持されるようになるために変位すべき距離を少なくとも減少させる。すなわち、磁気軸受が依然として機能しているが、その信頼のレベルが下がった場合、故障する場合に備えて、バックアップ軸受パッドを軸面の方に動かすことができるが、それまでは軸に接触しない。しかし、多分に磁気制御器7から直接に、磁気軸受の故障が検出された場合、バックアップ軸受制御器は、直ちに軸に接触するように軸受パッドを変位することができる。

【0088】

軸受パッドが軸に接触し、実質上、主要軸受を形成すべき場合、バックアップ制御手段によって提供される外部制御を使用する。外部制御は、290で示す、軸受パッドを通る導管を含む流体供給手段を有し、軸受パッドが動かされて軸に接触したとき潤滑油を供給することができる。外部信号からの軸位置検知と共に接触だけが起こったとき、軸受パッド材料は、乾燥潤滑される必要はなく、別供給潤滑油を必要とする適切な材料であるか、又は冷却液を必要とする非潤滑材料であることができる。

【0089】

第1の実施例に関して先に述べたように、軸受パッドが軸から後退されて、ガスが冷却及び/又は摩擦及びばね減衰に加えてガス減衰を引き起こすのを許すとき、292のような導管を使用することができ、また、そのような導管及び冷却ガスは、具体的に図示しないが、同様なやり方で軸受装置120と共に使用することができる。

【0090】

理解されることであろうが、シリンダ付きピストン装置287は、脈動力を供給して、減衰を強めるように周期的に軸接触を起こすことができ、さらに、制限ボスが外部から加わった力で平行移動可能である限り、また制限ボスは、それに抗して反応し、このために、シリンダ付きピストン装置の流体回路は、そのような変位と位相がずれた周囲位置にある他の軸受パッドによる制御をもたらす以外に、軸変位と調和したそのような反応の周期的な要素の追加の弾性及び/又は減衰をもたらすことができる。

【0091】

また、理解されることであろうが、軸受パッドが主要軸受として軸に完全に接触するように変位したとき、バックアップ軸受が機能することができる限り、第2の実施例120の構造は、ギャップを省略して主要支持軸受として使用することができる。軸受パッドの弾性取付け及び円周方向の連結は、軸の回転偏心に応じて減衰を与えることができる。

【0092】

軸受装置120及び220において、止め手段145は、引っ込んで取り付けられた軸受パッド間制限ボスの形をとり、その結果、軸受パッド端部の肩146'及び146"は、その制限ボスと当接して、ハウジング面から離れる変位とハウジング面の方への変位の両方の限界を、すなわち、それぞれ肩表面147'、147"及び他の肩148'、148"によって画定する。理解されることであろうが、軸受パッド各々が、たとえ緩くとも、ばね取付け栓160に取り付けられる限り、そのような栓は、軸受パッド及び下に横たわるばね積重ねの多くの当接部として、ハウジング面の方への変位の制限をもたらすことができる。したがって、図9に模式的に示すように、制限ボス150'は各

10

20

30

40

50

々実施例 20 のそれにいっそうよく似た形をとることができるが、そこで、各頭部 152' は、カム面 167 を実現するように先細りになっている。したがって、各軸受パッド 130_i は、ただ 1 つのカム従動部面 147' _i、147" _i を有する肩領域 146' _i、146" _i を有することができる。

【0093】

理解されることであろうが、実施例のいずれか 1 つだけに示した他の構造上の特徴は、適切である場合、その他の実施例で同等に使用することができる。

【図面の簡単な説明】

【0094】

【図 1】ハウジング内に磁気的に懸架された軸のための本発明に従った格納されたバックアップ・ジャーナル軸受装置の第 1 の実施例を示す図 1 (a) 及び図 1 (b) の断面正面図の合成であり、軸を囲み、かつ個々に弾性を有するばね要素の個々に関連した積重ねでハウジングに対して取り付けられた弓形軸受パッドの配列による軸受の構造、及びそれぞれ異なる動作状態を示している部品図を示す。

10

【図 2 (a)】図 1 (a) の線 2 a - 2 a に沿った断面を示す断面正面図であり、バックアップ軸受パッドに対して正常動作配置にある軸を示す。

【図 2 (b)】図 1 (b) の線 2 b - 2 b に沿った断面を示す断面正面図であり、バックアップ軸受パッドに対して負荷をかける配置にある軸を示す。

【図 3】取付け手段の他の形の部分を示す断片的な断面正面図である。

【図 4】取付け手段の他の形の部分を示す断片的な断面正面図である。

20

【図 5 (a)】ハウジング内に磁気的に懸架された軸のための本発明に従った格納されたバックアップ・ジャーナル軸受装置の第 2 の実施例を示す端部図であり、軸を囲み、かつ軸受パッド間の制限ボスでハウジングに対して取り付けられた 6 個の弓形軸受パッドの配列、及び複数の円周方向に離隔配列された軸受パッドの支持に寄与するように円周方向に延びかつ相対的にずれているばね要素を有する個々に弾性を有するばね要素の積重ねを示す。

【図 5 (b)】図 5 (a) の線 5 b - 5 b に沿った断面を示す断面正面図である。

【図 5 (c)】図 5 (b) の線 5 c - 5 c に沿った面を示す平面図である。

【図 5 (d)】図 5 (a) の装置を示す部分断面正面図の拡大図であり、軸受パッド端部の肩と軸受パッド間の止め手段の制限ボスの間の関係を示す。

30

【図 5 (e)】軸受パッド端部の肩と制限ボスの間の関係を示す模式的な透視図である。

【図 6】図 5 (a) の軸受装置の部分を示す模式図であり、半径方向に加えられた負荷に応じた動作を示す。

【図 7 (a)】図 5 (a) の軸受装置の部分を示す模式図であり、直角位相減衰を示す。

【図 7 (b)】図 5 (a) の軸受装置の部分を示す模式図であり、直角位相減衰を示す。

【図 7 (c)】図 5 (a) の軸受装置の部分を示す模式図であり、直角位相減衰を示す。

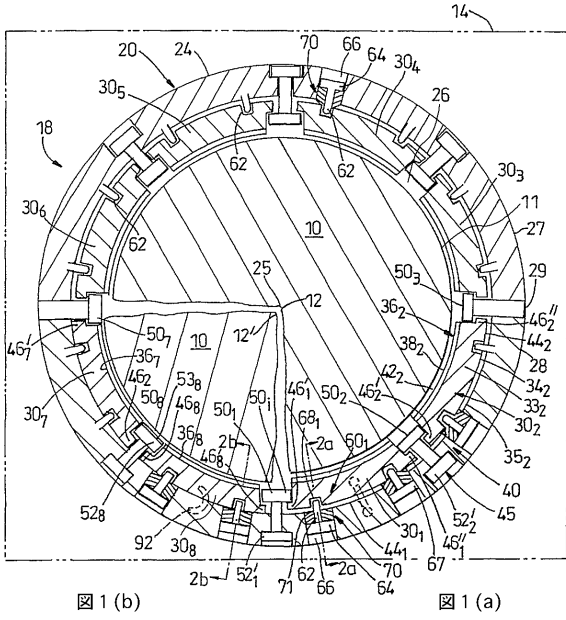
【図 8 (a)】本発明に従った格納されたバックアップ軸受装置の第 3 の実施例及び関連した磁気軸受を示す端部図であり、第 2 の実施例と同様であるが、この実施例では、制限ボスが、軸受パッドの半径方向の位置を変えるように変位可能であり、かつ磁気軸受の故障に応じて軸受パッドを軸との軸受接触の方に向けて変位させることができる。

40

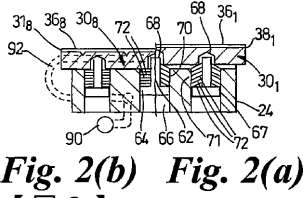
【図 8 (b)】線 8 b - 8 b に沿って、図 8 (a) の軸受装置を示す断面正面図である。

【図 9】図 5 (a) の軸受装置の部分の修正を示す模式図であり、軸受パッドの肩及び制限ボスの他の構造、及び半径方向及び円周方向に加えられた負荷に応じた動作を示す。

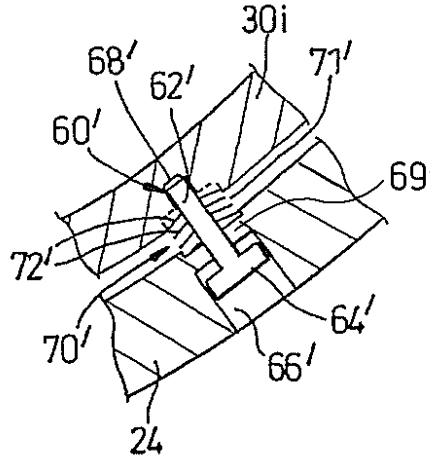
【 図 1 】



【 図 2 b 】



【 図 3 】



【 図 2 a 】

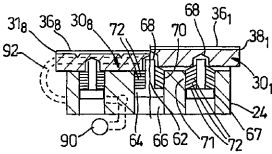
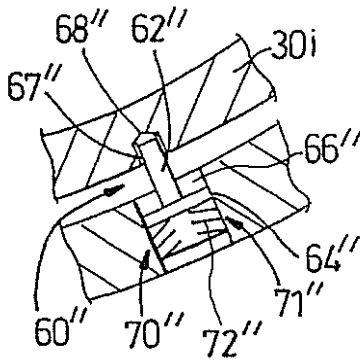
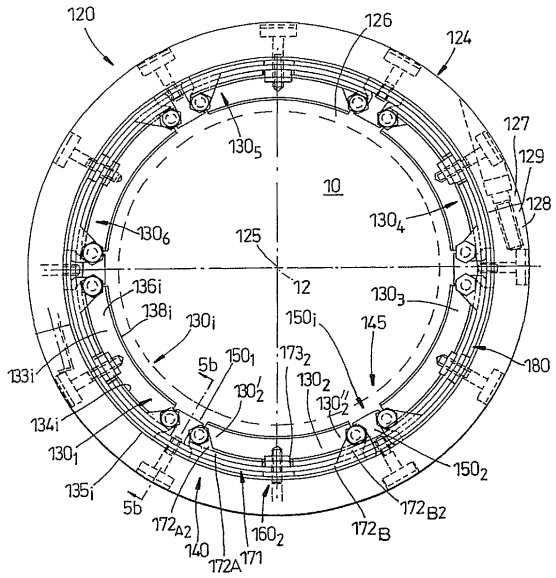


Fig. 2(b) Fig. 2(a)

【 図 4 】



【 図 5 (a) 】



【 図 5 b 】

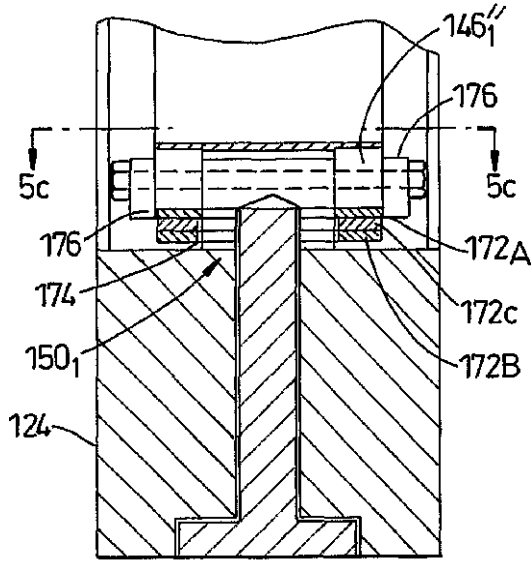


Fig. 5(b)

【 図 5 c 】

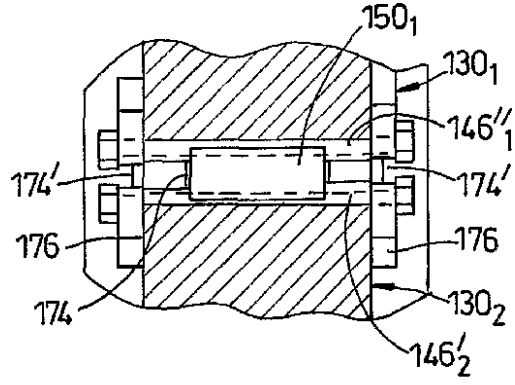
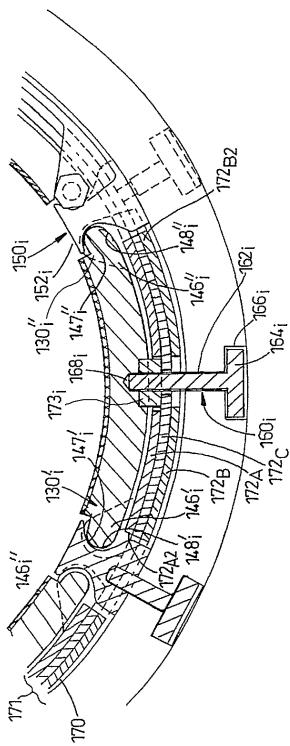
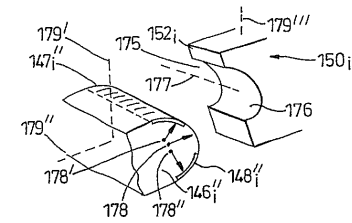


Fig. 5(c)

【 図 5 (d) 】



【 図 5 (e) 】



【 図 6 】

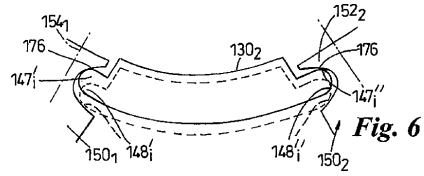


Fig. 6

【 図 7 a 】

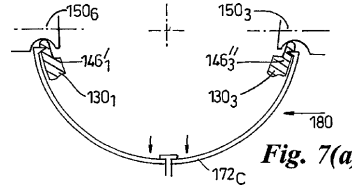


Fig. 7(a)

【図 7 b】

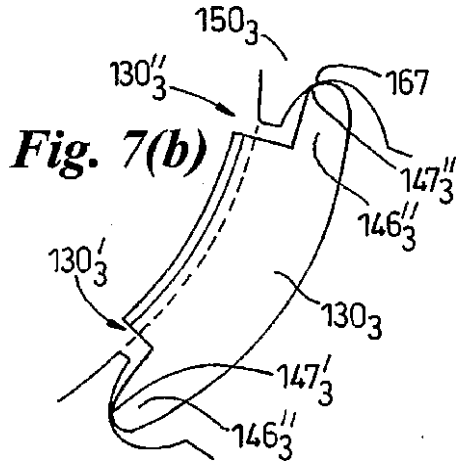


Fig. 7(b)

【図 7 c】

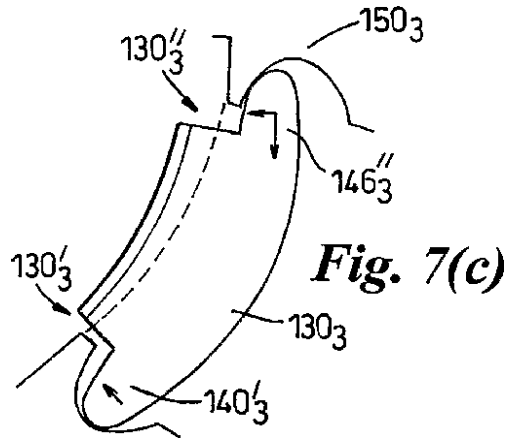
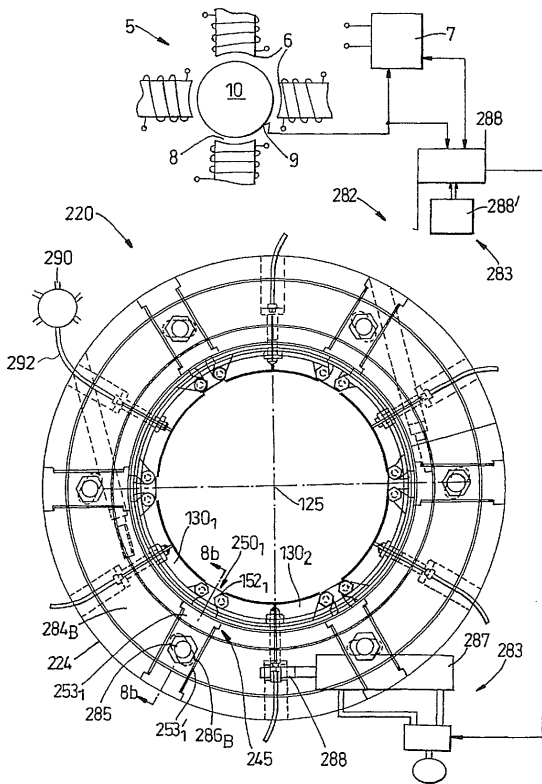


Fig. 7(c)

【図 8 (a)】



【図 8 b】

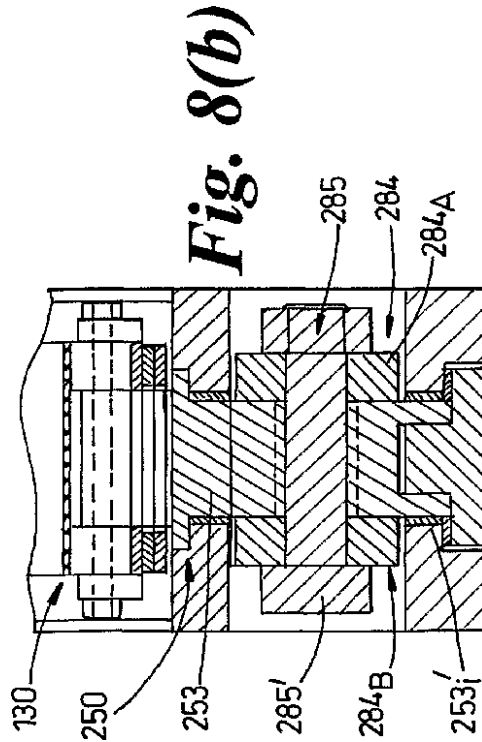
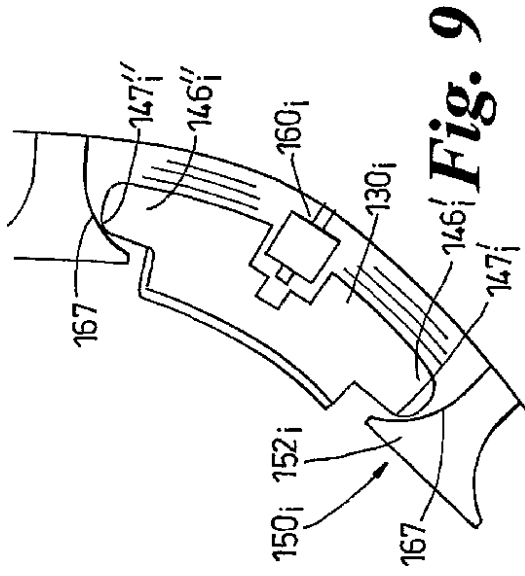


Fig. 8(b)

【 図 9 】



フロントページの続き

- (72)発明者 スワン、マイケル、ケイ
アメリカ合衆国 コネチカット、ゲイルズ フェリー、パートリッジ ホロウ ドライブ 51
- (72)発明者 ニュー、ナイジェル、ヘンリー
イギリス国 ミドルセックス、ハーロウ、ケントン レイン 540

審査官 谿花 正由輝

- (56)参考文献 特開平01-224520(JP,A)
西独国特許出願公開第03815029(DE,A)
実開平01-128018(JP,U)
特表平10-503827(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
F16C 17/00 - 17/26
F16C 27/00 - 27/08