(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3686093号

(P3686093)

(45)発行日　平成17年8月24日(2005.8.24)　(24)登録日　平成17年6月10日(2005.6.10)

| (51)Int.Cl.[7] | F I | | |
|---|---|---|---|
| F16C 32/00 | F16C | 32/00 | C |
| F16C 32/04 | F16C | 32/04 | A |
| F16C 32/06 | F16C | 32/04 | Z |
| | F16C | 32/06 | C |

請求項の数 9　(全 12 頁)

(21)出願番号　特願平5-181104
(22)出願日　平成5年7月22日(1993.7.22)
(65)公開番号　特開平6-159362
(43)公開日　平成6年6月7日(1994.6.7)
審査請求日　平成12年7月5日(2000.7.5)
(31)優先権主張番号　9215620 7
(32)優先日　平成4年7月23日(1992.7.23)
(33)優先権主張国　英国(GB)

(73)特許権者　501465366
デラウエア　キャピタル　フォーメイション、インコーポレイテッド
アメリカ合衆国　デラウエア、ウィルミントン、　ファウルク　ロード　１４０３、スイート　１０２
(74)代理人　100066692
弁理士　浅村　皓
(74)代理人　100072040
弁理士　浅村　肇
(74)代理人　100087217
弁理士　吉田　裕
(74)代理人　100080263
弁理士　岩本　行夫

最終頁に続く

(54)【発明の名称】磁気軸受装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

磁気軸受装置であって、

回転可能な軸と、

該軸に関し固定されて該軸と共に回転する可動電機子手段、および固定電機子手段であって該可動電機子手段と共に、それらの間に懸架空隙を含む磁気回路を形成する該固定電機子手段を有する少なくとも一つの磁気軸受と、

バックアップ軸受手段とを有し、

該バックアップ軸受手段は、少なくとも一つの該磁気軸受について、協働する該磁気軸受から該軸に沿って隔置された、協働する静圧軸受を有し、

該静圧軸受は、該軸が該磁気軸受内で作動軸位置の所定範囲内にあるときに空隙を画定する、互いに隔置されて隣接して配置された回転作動面及び固定作動面を備え、

該バックアップ軸受手段は更に、

該空隙と連通した流体チャネルと、

加圧流体源と、

作動軸位置の前記所定範囲内で前記磁気軸受が該軸を支持できないことが検出されるとそれに応答して作動し、該作動軸位置の所定範囲内に該軸を支持するような静圧を前記空隙に形成するように該空隙に流体を供給するバックアップ制御手段とを有し、

前記バックアップ軸受手段が作動しかつ軸が低速の時に、前記バックアップ制御手段は、軸を支持するような圧力で静圧軸受に流体を供給せず、隣接配置された前記回転作動面

及び固定作動面を接触して作動させるように配設されていることを特徴とする該磁気軸受装置。

【請求項２】

前記静圧流体がガスであることを特徴とする請求項１に記載の磁気軸受装置。

【請求項３】

前記磁気軸受装置が高圧でガスを処理するよう作動しうるターボ機械の一部を形成し、前記バックアップ軸受手段の流体ガスが少なくとも部分的には前記プロセスガスから得られることを特徴とする請求項２に記載の磁気軸受装置。

【請求項４】

接触している作動面から熱を抽出するためにその作動面に流体を流すような圧力で流体を軸の低速時に静圧軸受に提供するようバックアップ制御手段が配設されていることを特徴とする請求項１から３までのいずれか１項に記載の磁気軸受装置。

【請求項５】

バックアップ軸受手段の前記固定作動面が中実体の面からなり、前記中実体を通って流体チャンネルが前記固定作動面まで延びていることを特徴とする請求項１から４までのいずれか１項に記載の磁気軸受装置。

【請求項６】

前記中実体が低摩擦性の軸受材のブロックからなることを特徴とする請求項５に記載の磁気軸受装置。

【請求項７】

前記中実体が乾質潤滑性材料を装入した多孔性金属のブロックからなることを特徴とする請求項６に記載の磁気軸受装置。

【請求項８】

前記中実体がラジアルジャーナル軸受の固定作動面とアキシャルスラスト軸受の固定作動面とを有し、各作動面に関連する流体チャンネルが設けられており、前記固定作動面の間で、一方の軸受からの流体の漏洩が他方の軸受の作動と干渉しないようにする手段が設けられていることを特徴とする請求項５から７までのいずれか１項に記載の磁気軸受装置。

【請求項９】

一方の軸受からの流体の漏洩が他方の軸受の作動と干渉しないようにする前記手段が、前記中実体を貫通し、かつ前記中実体により形成される前記ラジアルおよびアキシャル軸受の作動面の間の境界面に開放している少なくとも１個の排出チャンネルからなることを特徴とする請求項８に記載の磁気軸受装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【産業上の利用分野】

本発明はジャーナル軸受として半径方向に作用する力に対して、かつスラスト軸受として軸線方向に作用する力に対して回転軸を支持する磁気軸受装置に関し、特に、前述のような力に対して磁気軸受が前記軸を適正に支持しないときに作動するようにされた前記軸受装置用の所謂バックアップ軸受に関する。

【０００２】

【従来の技術】

磁気軸受は永久磁石のみからなる受働型と、永久磁石を備えたり、あるいは備えない電磁軸受からなる能動型がある。

【０００３】

本明細書において区別しないで用いた場合の「磁気軸受」という用語は双方の種類を網羅する意図であり、一方の種類あるいは他方の種類に係わる文脈から当該形式の軸受装置、即ち能動型か、あるいは受働型を適宜言及する。軸（あるいはその他の運動体）を支持する能動型磁気軸受はジャーナル軸受やスラスト軸受の役目を果す上で種々の形態で存在している。通常適当な強磁性材料の電機子が軸の上、軸の中あるいは軸の側方に形成されて

可動電機子を構成し、軸の周りに均等に配置された可動電機子に隣接して電磁石が配置され固定電機子手段を形成する。各電磁石は、１個以上の肢を有する強磁性芯を含み、前記肢の周りに１個以上の電磁石コイルが巻かれ、可動電機子に面する極の面で終っており、芯と電機子とがその間で小さいエアギャップを含む磁気回路を形成している。作動時、軸は極の面の間にその電機子を位置させて懸架され、軸の電機子と個々の極の面との間の懸架空隙が、実際の空隙の幅を検出するとそれに応答して種々の電磁コイルの電流を制御することによって、物理的接触が起りうる所定の最小の幅を上廻って保持されている。

【０００４】

実際、停電や、電磁力が対応しえないような例外的な力が軸に作用する可能性があるため、前記磁気軸受にはバックアップ軸受手段が設けられることがよくある。前記バックアップ軸受は軸によって担持された一方の部分と、固定され、磁気軸受が作動すると、極の面と磁気軸受の電機子との間の物理的離隔距離より小さく、前記の所定の最小の空隙を画成する空隙分前記一方の部分から離隔された別の部分を含み、もし軸が空隙内のその通常の中央位置から十分移動すれば、バックアップ軸受の部分が作動面として接触し軸を一時的に支持する。

【０００５】

受働型磁気軸受はスラスト軸受として、専用ではないが主として使用され、永久磁石の間の斥力によって作動しようとする。受働型磁気軸受は懸架力を提供する能力に関して内部での停電に対して敏感ではないものの、それに対して作用する外部の力に対しては敏感であり、これも回転子および固定子部材の間の衝突を阻止するためにバックアップ軸受手段を必要とする。

【０００６】

前述のようなバックアップ軸受手段を設けること自体問題が無い訳ではない。磁気軸受が適している機械の軸は、他の種類の軸受では不適当である極めて高速で回転する類いのものであり、バックアップ軸受の接触作用面は、もし接触が高速で行われるとすれば作動あるいは始動が困難であり、かつ／または摩擦により発生した大量の熱を放散させる必要がある。摩擦は大きいが、より高速で作動できるものと摩擦の低い部材と組み合わせてより低速で作動することのできるバックアップ軸受の提案が行われてきた。前記軸受は相補バックアップ軸受構造による相対的な効率の向上にもかかわらず、熱を発生させ、その放散に慎重な注意を必要とする。

【０００７】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は公知のバックアップ軸受の前述した欠点の少なくともあるものを緩和するバックアップ軸受手段を含む磁気軸受装置を提供することである。本発明の別の目的はそのような軸受装置を含むターボ機械を提供することである。

【０００８】

【課題を解決するための手段】

本発明の一局面によれば、磁気軸受装置は、

回転可能な軸と、

該軸に関し固定されて該軸と共に回転する可動電機子手段、および固定電機子手段であって該可動電機子手段と共に、それらの間に懸架空隙を含む磁気回路を形成する該固定電機子手段を有する少なくとも一つの磁気軸受と、

バックアップ軸受手段とを有し、

該バックアップ軸受手段は、少なくとも一つの該磁気軸受について、協働する該磁気軸受から該軸に沿って隔置された、協働する静圧軸受を有し、

該静圧軸受は、該軸が該磁気軸受内で作動軸位置の所定範囲内にあるときに空隙を画定する、互いに隔置されて隣接して配置された回転作動面及び固定作動面を備え、

該バックアップ軸受手段は更に、

該空隙と連通した流体チャネルと、

加圧流体源と、

作動軸位置の前記所定範囲内で前記磁気軸受が該軸を支持できないことが検出されるとそれに応答して作動し、該作動軸位置の所定範囲内に該軸を支持するような静圧を前記空隙に形成するように該空隙に流体を供給するバックアップ制御手段とを有し、

前記バックアップ軸受手段が作動しかつ軸が低速の時に、前記バックアップ制御手段は、軸を支持するような圧力で静圧軸受に流体を供給せず、隣接配置された前記回転作動面及び固定作動面を接触して作動させるように配設されていることを特徴とする。

【０００９】

本発明の別の局面によれば、高圧で流体を処理するよう作動可能のターボ機械が前節において説明した磁気軸受装置を含む。そのようなターボ機械においては、バックアップ軸受手段の流体は少なくとも部分的にプロセス流体から得られる。

【００１０】

本明細書においては、流体の性質即ちそれが液体あるいはガスであるか否かは無関係に静圧軸受とか静圧という用語を採用しているのでそのように読み取るべきである。

【００１１】

前述のような磁気軸受あるいは軸受の種類、即ちラジアルジャーナル軸受あるいはアキシャルスラスト軸受に関連したバックアップ軸受手段は、それによりバックアップされる磁石の近傍に形成するか、あるいは必要な支持を提供するような軸に対する位置において前記バックアップ軸受手段から離れて形成することができる。

【００１２】

特に、バックアップ軸受手段の固定した作動面は、前記作動面まで開放している少なくとも１個の流体チャンネルが貫通している中実体の面からなり、前記中実体はラジアルジャーナル軸受とアキシャルスラスト軸受の双方の固定作動面を有し、前記固定作動面手段の間には他方の軸受の作動に干渉する一方の軸受からの流体の漏洩を阻止する手段が設けられている。

【００１３】

静圧軸受手段が、前記の回転作動面と固定作動面とを軸の低回転速度において相互に接触作動するようにさせ、軸を支持するような圧力で流体を静圧軸受にそのような低速では供給しないようバックアップ制御手段が配設されている。もっとも接触した作動面から熱を抽出するよう低圧で流体を提供してもよい。

【００１４】

本発明の実施例を添付図面を参照して例示として以下説明する。

【００１５】

【実施例】

図１を参照すれば、ターボ機械１０は軸１１を含み、該軸の一端にはインペラ１２が担持されており、インペラ１２は流体を処理するための入口ダクト１４と、そこからプロセス流体が高圧で供給される出口ダクト１５とを有したハウジング１３に配置されている。軸は能動型磁気軸受に対して懸架され、１６により鎖線で示し、軸１１と共軸線関係のロータを有する電動モータ、あるいは高圧で流体を受け取る流体インペラ１７によって回転しうる。駆動流体および／または被動（被圧縮）流体は液体あるいはガスでよいが実際には軸の回転速度が速くてプロセス流体がガスである場合に磁気軸受がよく使用されている。

【００１６】

本機械の性質は本発明の説明に対して直接重要でなく、ジャーナル軸受および磁気スラスト軸受２２，２３として軸を支持する磁気軸受２０，２１に関して必要な程度のみ図示し、かつ説明する。

【００１７】

ジャーナル軸受２０は軸１１の面上あるいはその中に画成され、従来の要領で、軸が回転するにつれてうず流の形成を最小にする磁気回路の一部を形成する強磁性材料の積層から形成された可動電機子２５を含む。軸に隣接して固定電機子２６が配置されており、該電機子は、典型的には４個で９０度の間隔をつけ軸の周りに配設された複数の電磁石からなる。各電磁石は強磁性芯２７からなり、該芯も積層から構成され、例えば２８のような半

径方向内方に延び、各々極の面２８$_1$で終る複数の肢を有し、前記極の面は、懸架空隙３０によって軸受内で中央に懸架されて配置されると可動電機子２５に対面し、かつそこから僅かに離隔されている。芯と、典型的には各肢は電磁コイル２８$_2$を支持している。種々の平面（図示せず）における他の電磁石は類似である。その他のジャーナル軸受２１は同一である。各ジャーナル軸受、および好ましくは各電磁石は可動電機子と各極の面との間の離隔距離を示す信号を提供する移動検出手段を付属している。

【００１８】

磁気スラスト軸受２２は、例えばプロセスあるいは駆動ガスにより空気力学的に軸に作用するアキシャルスラストに対して軸線方向に軸を「懸架」するよう作用する。前記軸受は軸１１によって担持され半径方向に延びるロータ３１の形態の可動電機子と、前記ロータの一方の側と面し、軸を囲む環状強磁性芯の形態で、芯の環状極の面３４，３５に形成されロータに面する環状溝３３を含み、電磁石コイル３６を収容した電磁石３２とを含み、ロータは通常軸に対する軸線方向の力をロータと各極の面との間の空隙とを均衡させることにより軸線方向に懸架されている。

【００１９】

第２の磁気スラスト軸受２３がロータ３１と、電磁コイル３９を収容し電磁石３２とは反対側のロータの面に面して配置され、かつ懸架空隙４０によってロータから離隔されている電磁石３８からなる固定電機子手段とによって形成されている。しかしながら、もし軸に対して、例えばインペラに作用する空力スラストのような連続した外部の軸線方向の力が加えられるとすれば、電磁石はこの力に対抗するためロータ３１の一方の側のみに対して必要とされ、一方そのような連続的な力がなければ反力を発生させるように両側に電磁石を配置すればよい。

【００２０】

作動時、各ジャーナルあるいはスラスト軸受の電磁石は、検出手段４２により半径方向の軸の移動を示す信号を、検出手段４３により軸線方向の軸の移動を示す信号を提供された磁気制御手段４１により可動電機子と各極の面の間の検出された移動に応答して各極の面と電機子の間に理想的には均一な懸架空隙を保持するよう差動付勢される。可動電機子２５または３１といずれかの極の面との間の空隙幅の増大および／または反対方向の空隙幅の減少との検出に応答して前記電機子と極の面との間の磁力の増加の速度と重大度とは、電機子および極が衝突する前に軸に反力を発生させるべきで、このために、前記の軸受は軸の小さい移動に対して通常高度に応答し、即ち剛性が大きい。

【００２１】

本発明によれば、１個以上の静圧軸受の形態のバックアップ軸受手段が提供される。図１に示す第１の実施例においては、個別の静圧バックアップジャーナル軸受５０，５１は磁気ジャーナル軸受２０，２１と個々に関連しており、同様に軸１１に沿って軸線方向に分離されており、静圧バックアップスラスト軸受５２，５３は軸に沿って移動している磁気スラスト軸受２２，２３と個々に関連している。磁気ジャーナル軸受２０に関連したバックアップジャーナル軸受５０を検討すれば、これは磁気軸受の近傍に都合よく配置され、軸の面および軸を囲む中実体５７の面の側方あるいは前記面の上にそれぞれ形成され、隣接配置の回転作動面５５と固定作動面５６とを含む。前記作動面は、軸１１が磁気軸受内で軸の作動位置の所定範囲内にあると懸架空隙３０と類似の支持空隙５８を形成するよう相互に対して離隔配置されている。即ち、磁気軸受の懸架空隙３０内の理想位置から軸が移動すると磁石制御手段４１によって反作用を受ける。前記制御手段４１は軸の位置の所定範囲内から軸位置を回復させ、前記範囲を越えると制御が行われず、バックアップ軸受が作動して軸を支持する。

【００２２】

固定作動面を有する中実体５７は回転作動面との間に画成されている支持空隙が、少なくとも軸の位置が作動位置の所定範囲の限度のところにあると、静圧軸受として加圧された流体を前記空隙へ供給するよう機能しうるような作動面に対する寸法とされている。実際に、軸の作動位置の作動範囲は、軸の通常の作動位置における空隙が軸を支持するための

静圧軸受として機能しうるよう規制すればよい。

【００２３】

また図２を参照すれば、中実体５７は、そこを貫通し、作動面５６で開放し、バックアップ制御手段６３により制御されて流体源６２から加圧された流体を受け取るよう流体配管６０と流体弁手段６１とを介して接続された流体チャンネル５９を有している。

【００２４】

バックアップ制御手段は軸の作動位置の前記所定範囲内で軸を磁気軸受が支持出来ないことを示す信号を受け取るために信号配線６４を介して磁気制御手段３１に接続されている。

【００２５】

バックアップ制御手段が用いる信号はセンサ４２から直接あるいは、バックアップ軸受手段を磁気軸受から完全に独立させ、軸の位置により明らかにされた後制御の喪失に対して同等に応答するようにさせるため支持空隙５８と関連させた完全に別のセットから得ることができるが、もし制御の喪失が磁気軸受の電気的故障によるものであるとすれば、軸位置のそのような変動は発生の前に磁石制御手段において予測することができる。即ち、磁石制御手段からバックアップ制御信号を得ることにより、軸の移動の結果を直接測定すること以外の方法で軸の作動位置の前記の所定範囲内で磁気軸受が軸を支持することができないことを検出することができる。

【００２６】

磁気軸受装置の作動において、磁気軸受５０が、あるいはいずれの軸受も軸の作動位置の前記の所定範囲内で軸を支持することができないことが検出されるとその検出に応答してバックアップ制御手段が弁手段６１を開放してダクト５９を介して流体を支持空隙５８へ送り、固定作動面５６から離して軸の作動面５５を支持する、即ち、軸の作動位置の前記の所定の範囲内で軸を支持するような静圧の流体膜を前記空隙内で形成する。

【００２７】

前述のように、完全な環状の流体膜が形成でき、かつ常に、かつ軸の移動方向とは無関係に膜を通して保持された静圧により軸の荷重が支承されうるように軸の作動位置の所定範囲は小さく、かつバックアップ軸受の作動面の間の空隙を小さくするのが通常である。

【００２８】

さらに、外部からの力による流体膜上の軸荷重のいずれの局部的変動もその点における流体の漏洩を制限し、そのため支持膜の圧力を増加させるという点で支持圧力は自動調整する。

【００２９】

たとえ静圧流体膜が軸の周りで連続的でなく、軸の周りに分配された荷重支持個所にのみ介在しており、流体が同時に全ての作動面に供給されたとしても同じ自動調整作用が発生することが認められる。

【００３０】

さて図３を参照すれば、この図は７０において図２と同様の断面図で、図２の水圧バックアップジャーナル軸受５０の修正形態を示している。前記軸受７０は軸１１と同じ作動面５５と軸の周りにそれぞれ配置された複数のブロック７５－７８　１個に各々形成した複数の固定作動面７４－７４とを含む。各ブロックは５９に対応し、そこを貫通し、作動面に開放したチャンネル７９を含み、各チャンネルは４個の領域即ちパッドに水圧バックアップ軸受の支持空隙を形成するために流体を該空隙へ供給するため弁手段６１に連結されている。

【００３１】

図４は９０において、図２および図３と同様の断面図で、軸受７０の修正形態である静圧バックアップジャーナル軸受の第３の形態を示す。この実施例においても軸受は軸１１の作動面５５の周りに配置された複数のブロックを含み、該ブロック９１－９４は、例えば流体を支持空隙まで供給する９１′のような貫通チャンネルと、各々が前記ブロックの中間で固定作動面を提供し、かつ任意に隣接するブロックの間を延び前記ブロックと共に、

軸を完全に囲む固定作動面を形成するブリッジ部材９５－９８とを任意に含む。ブリッジ部材９５－９８のあるもの、あるいは全ては、例えば９９－１０２のような貫通チャンネルを備え、該チャンネルの開口はまた弁手段６１に接続され、該弁手段を介して流体が支持空隙まで送られ、軸を支持することの可能な静圧流体膜を形成している。

【００３２】

前述の修正において、点線１０３で示すように、個々のブロック９１－９４はブリッジ部材９９－１０２の半径方向外方に接続され各対のブロックの間でプレナム室１０４を画成し、該室へ流体が弁手段６１から個々の流体配管によって供給され、かつブリッジ部材の中、あるいは間の開口を介して支持空隙まで供給され、流体をより均一に供給する。前記ブロックの作動面を通して、あるいは該作動面に設けたチャンネル（図示せず）が同様に前記プレナム室と連通しうる。

【００３３】

一般的に前述の実施例のいずれにおいても、個別のチャンネルに流体を共通に提供しうるが、懸架空隙内の軸の位置の変動方向についてのセンサ４２等による検出に従って軸の周りに配列された複数のチャンネルへの流体の供給を個々に制御することによってチャンネルを介して供給された流体に対して保持されている静圧が、軸の特定の方向の荷重に対応するよう増加するよう弁手段６１を設けることができることが認められる。

【００３５】

バックアップ軸受の静圧を、休止に近づく極めて遅い速度において、制御して低下させ、作動面を接触させることが好ましい。この目的に対して、殆んどの点において図２に対応する図５の断面図に示すように、作動面５５′，５６′の一方あるいは双方が硬化され、かつ／または低摩耗の材料で形成されることによって前記面は低速で作動し接触して休止しうる。実際そのような摩擦はブレーキ作用を提供するために接触を利用するのと同様に必然的に発生する。作動面の間の接触が静圧を制御して低下させることにより実行される一方、流体は軸受作用には圧力は十分でないが、流体を漏洩させることにより作動面から熱を抽出するために流体を流すべく流体を依然として提供することができる。この点に関して、流体に依存して前述のような熱の抽出とある程度の潤滑を行いうることが、より広い範囲の作動面に適した材料を提供する。

【００３６】

固定作動面５６′はブロック（あるいは図３から４に示す実施例におけるブリッジ部材）上のコーティングとして、あるいは採用する流体によって選択が変わる材料でブロックを形成することにより形成しうる。

【００３７】

本発明の一般的な実行に対して必要な範囲では流体の性質は選択の問題であって、液体あるいはガスのいずれでもよい。

【００３８】

流体はガスであることが好ましく、ガスは静圧軸受、あるいはもっと正確にいえば空力軸受において使用するため十分研究がなされ、かつ公知である。ガスは例えば空気のように豊富であるから好ましく、不活性である必要はない。また、ハウジング１３からバックアップ弁手段６１まで延びている流体源６２の代りに点線６２′で示すように、ガスが適当である場合ターボ機械の原動力即ちプロセスガスを用いることも可能である。

【００３９】

しかしながら、ガスは作動面を接触できるよう作動面から熱を抽出するが、また液体より潤滑性が少ないため、乾性作動する作動面に適していることが予測される。

【００４０】

前述の実施例は単一の静圧バックアップ軸受５０に対して本発明を提供することに集中してきた。静圧バックアップ軸受５１は構造が同一であって、磁気軸受２１が個々に、あるいはいずれの磁気軸受も軸を支持しえないことが検出されるとそれに応答して、そこから流体を受け取るようバックアップ弁手段６１にも接続されることが理解される。

【００４１】

磁気スラスト軸受２２，２３は５２および５３で示すものと同様の静圧バックアップ軸受を有している。

【００４２】

例えば、軸受５２においては、軸１１に固定されたロータ１１０は軸受５２から延び、一方の半径方向の面が回転作動面１１１を形成し、そこから軸線方向に環状の固定作動面１１２が離隔されており、軸が理想的な位置において軸線方向に支持されたときの前記面の間の離隔により、バックアップ軸受手段が軸線方向に機能する前に軸に対して許容される軸線方向作動位置の所定範囲の一方の限度を画成する支持空隙１１３を形成する。

【００４３】

固定作動面１１２は図２のジャーナル軸受の作動面５６と同様軸を完全に囲むか、あるいは間欠的、即ち図３のジャーナル軸受手段の面７１－７４と同様個々の軸受パッドを含むようにしてよい。

【００４４】

連続した作動面の場合、これは環状ブロック１１４に形成され、該ブロックを通して作動面１１２へ開放している複数の流体チャンネル１１５が延びており、前記チャンネルは流体配管１１６により、流体源６２から流体（あるいは１３からプロセスガス）が供給される弁手段６１と同様のバックアップ弁手段１１７に接続されている。

【００４５】

ジャーナル軸受に関して、かつ図２から図５までを参照して前述したように、流体チャンネル１１５はブリッジ部材を通り、セグメント状とした軸受ブロックの間でプレナム室を画成し、あるいは代りにブロックを通してプレナム室を画成し、さらに作動面１１１および１１２が流体の流れによる冷却効果、あるいはその潤滑性を用いたり、あるいは用いずに低速で接触して作動するように適合しうる。特に、少なくとも固定作動面を支持している体部は適当な乾性作動性のプラスチックの軸受材から形成してもよい。

【００４６】

静圧バックアップスラスト軸受５３は同様に形成され、回転作動面がロータ１１０の他方の半径方向の面に形成され、流体配管１１６によりバックアップ弁手段１１７に結合されている。

【００４７】

バックアップ静圧ジャーナル軸受５０に関して前述したように、静圧スラスト軸受としてのバックアップ軸受５２，５３の作動は、特に検出手段４３により懸架空隙３７，４０の瞬間的な幅を磁気制御手段４１が検出するとそれに応答してバックアップ制御手段６３により制御される。独立した検出手段（図示せず）をバックアップスラスト軸受の支持空隙１１３と関連させバックアップ制御手段６３に直接フィードしうることは明らかであり、さらに、６３に対応する個別のバックアップ制御手段（図示せず）をジャーナルバックアップ軸受５０，５１とは別にスラストバックアップ軸受５２，５３の専用としうる。

【００４８】

水平バックアップ軸受に関していずれの方向に軸が移動して所定の作動範囲の限界まで来るかは大きな問題ではないがスラスト軸受の場合はより重大となることが理解される。

【００４９】

スラスト軸受２２，２３の電磁石の反対方向の誘引により軸が軸線方向に懸架される図１に示すような装置においては、電磁石自体の故障あるいは制御範囲を越えた軸の移動は双方の電磁石を消勢させ、バックアップ制御手段６３（あるいはその均等物）が双方の静圧バックアップ軸受５２，５３を付勢させる。しかしながら、もし軸を横線方向に移動させる外部からの力あるいは電磁軸受の故障に応答したい場合は、バックアップ制御手段が前記移動に対抗する方向にのみ作用する静圧軸受を形成することにより一方の支持空隙を狭くすることで応答することができる。

【００５０】

前述のように、図１と類似の機械装置は、外部から加えられたスラストに対抗して軸に軸線方向の磁気誘引力を供給する磁気スラスト軸受を１個のみ有すればよい。一方向の軸線

方向スラストを増大させロータをスラスト軸受の電磁石に向かって移動させるのみならず、力の減少あるいは電磁石が故障して軸を反対方向に移動させる可能性のあることは明らかである。従って、単一の電磁スラスト軸受に関するバックアップ軸受手段は、たとえバックアップ制御装置が一対の５１，５２で示す軸受の一方のみを軸の移動および／またはその原因により一時付勢しうるものの、依然として前記の一対の軸受を含むことが好ましい。電磁石が故障して軸の速度が零まで落ち軸に対する空力的に誘引されたアキシャルスラストに影響を与える場合、バックアップ制御手段が安定のため双方のバックアップスラスト軸受を付勢させることができる。

【００５１】

本発明の範囲内で前述したものの代りに、あるいは追加してその他の構成の変形を組み入れうることが認められる。

【００５２】

例えば図６に示すように、ジャーナルおよびスラスト静圧バックアップ軸受１２２，１２３の双方の固定作動面１２０，１２１を単一の体部１２４が双方共有することができる。前記単一の体部自体は、グラシア有限会社デバ工場（Ｇｌａｃｉｅｒ　ＧｍｂＨ－Ｄｅｖａ　Ｗｅｒｋｅ）によって製造され、ＤＥＶＡの登録商標の下に販売され、軸１１によって担持されている硬化された材料製のＬ字形スリーブ１２５と接触して少なくとも低速で作動するよう設計され、それぞれジャーナルおよびスラストローラ作動面１２６，１２７を提供する適当な乾性作動の自働潤滑性軸受材から構成しうる。

【００５３】

ブロック２４は軸を囲み、バックアップ制御手段（図示せず）の制御により流体を（適当に）固定作動面１２０，１２１まで供給する流体チャンネル１２８（１２９）を貫通して有している。いずれかの個々の軸受の支持空隙からの流体の漏洩並びに他の軸受手段の静圧膜に対する干渉を阻止するために、排出チャンネル１３０の形態の手段がブロックを通して設けられ２個の固定作動面の間の境界に開放している。流体はガスであることが好ましく、かつ作動面を接触させるよう圧力が低下するとすれば、作動面から熱を抽出し、かつブロックの表面を保護するために流体の流れが維持される。図６にはそのような組合せを１つのみ示しており、必要に応じて他にも設けうることは明らかである。

【００５４】

前述の実施例は、軸受装置が軸の作動位置の所定範囲内で軸を懸架することができないことが（必然的ではないが）直ちに電磁軸受制御手段あるいは少なくともそれに関連した位置検出手段により検出されるような、電磁軸受用のバックアップ軸受装置を提供することに全て係わる。

【００５５】

５６に対応するバックアップ制御手段に信号を提供するよう図１における４２および／または４３に対応する特定の位置検出手段が必要とされる可能性はあるものの、受働型磁気軸受に対してバックアップ軸受手段を同様に提供しうることが認められる。勿論そのような受働型軸受にはバックアップ軸受流体の冷却流から恩恵を蒙ったり、あるいは軸受の故障の原因となるような電磁コイルは無いが、他の点においては作動や効果は同様である。

【図面の簡単な説明】

【図１】磁気ラジアルまたはジャーナル軸受および磁気アキシャルまたはスラスト軸受並びに前記軸受の各々の側の前記軸受用バックアップ軸受手段とを示す、本発明による能動型磁気軸受装置を含むターボ機械の概略図。

【図２】ジャーナル軸受に関連した静圧バックアップジャーナル軸受の第１の実行形態を示す、図１の線Ｉ－Ｉに沿って視た部分断面図。

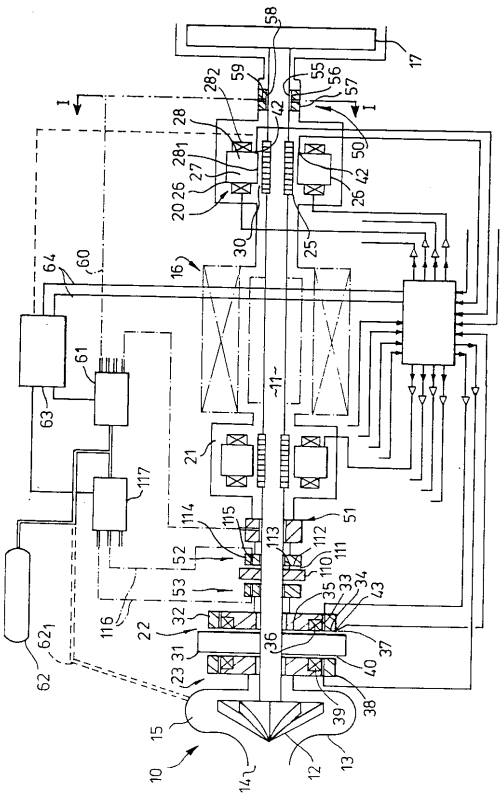
【図３】図２と類似であるがジャーナル軸受に関連した静圧バックアップジャーナル軸受手段の第２の実行形態を示す断面図。

【図４】図３と類似であるがジャーナル軸受に関連した静圧バックアップジャーナル軸受手段の第３の実行形態を示す断面図。

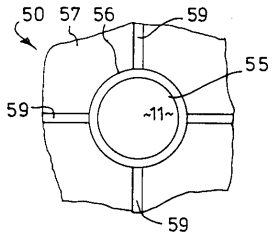
【図５】図２と類似であるが、ジャーナル軸受に関連した静圧バックアップジャーナル軸

受手段の第４の実行形態を示す断面図。
【図６】図１に示すものと類似の機械の一部の側面図であるが、ジャーナル軸受とアキシャルスラスト軸受の双方と関連したバックアップ軸受手段の第２の実行形態を示す図。
【符号の説明】
１０　ターボ機械
１１　軸
２０，２１　磁気軸受
５０，５１　バックアップジャーナル軸受
５２，５３　バックアップスラスト軸受
５５，５６　作動面
５７　中実体
５８　支持空隙
５９　流体チャンネル
６２　流体源
６３　バックアップ制御手段

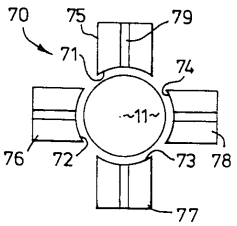
【図１】



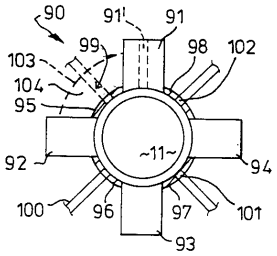
【図２】



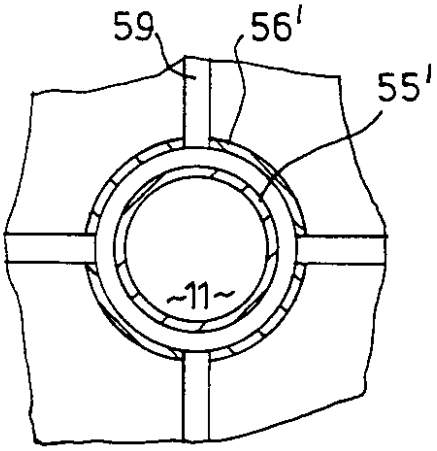
【図３】



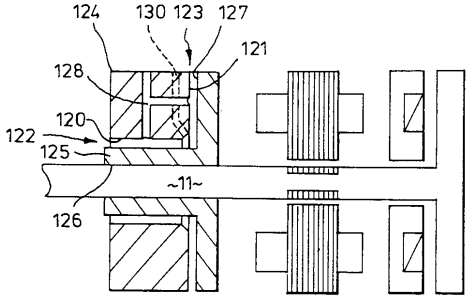
【図４】


90
91'
91
99
98
102
103
104
95
92
~11~
94
100
96
97
101
93

【図５】


59
56'
55'
~11~

【図６】


124
130
123
127
121
128
120
122
125
~11~
126

フロントページの続き

(72)発明者　ナイジェル　ヘンリー　ニュー
イギリス国ミドルセックス，ハーロウ，ケントン　レーン　５４０

審査官　藤村　聖子

(56)参考文献　実開平０１－０９１１２４（ＪＰ，Ｕ）
特開平０１－１２１５０１（ＪＰ，Ａ）
実開平０２－１３６８１２（ＪＰ，Ｕ）
特開平０４－１８５９１０（ＪＰ，Ａ）
特開平０１－３１６５１２（ＪＰ，Ａ）
特開平０１－１２１５０１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.$^{7}$，ＤＢ名)
F16C 32/00-32/06