

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-178038

(P2014-178038A)

(43) 公開日 平成26年9月25日(2014.9.25)

(51) Int.Cl. F 1 1 F 1 6 C 27/02 (2006.01) テーマコード(参考) 3 J 0 1 2

審査請求 有 請求項の数 3 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2014-137165 (P2014-137165)	(71) 出願人	000000099
(22) 出願日	平成26年7月2日(2014.7.2)		株式会社 I H I
(62) 分割の表示	特願2013-528945 (P2013-528945) の分割	(74) 代理人	100175802
原出願日	平成24年7月25日(2012.7.25)		弁理士 寺本 光生
(31) 優先権主張番号	特願2011-176757 (P2011-176757)	(74) 代理人	100064908
(32) 優先日	平成23年8月12日(2011.8.12)		弁理士 志賀 正武
(33) 優先権主張国	日本国(JP)	(74) 代理人	100167553
			弁理士 高橋 久典
		(72) 発明者	大森 直陸
			東京都江東区豊洲三丁目1番1号 株式会 社 I H I 内
		Fターム(参考)	3J012 AB01 AB03 AB07 BB01 CB04 DB05 DB06 DB09 DB12 EB10 EB11 FB01 GB10

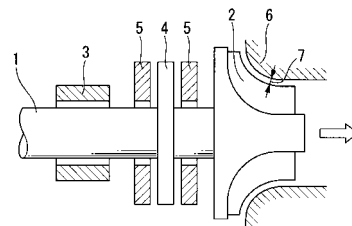
(54) 【発明の名称】 ラジアルフォイル軸受

(57) 【要約】

【課題】バックフォイルの固定端側と自由端側との間で生じる支持剛性の差を少なくし、より大きな軸受負荷能力と、高い軸受剛性及び減衰能力を備えるラジアルフォイル軸受を提供する。

【解決手段】回転軸を取り囲んで該回転軸を支持するラジアルフォイル軸受であって、回転軸に対向して配置される円筒状のトップフォイルと、トップフォイルの径方向外側に配置されるバンプフォイルと、トップフォイル及びバンプフォイルを収容する円筒状の軸受ハウジングと、を備え、バンプフォイルは、少なくとも1つのバンプフォイル片を用いて円筒状に形成され、バンプフォイル片は、トップフォイルの周方向に沿って交互に形成された山部と谷部とを有し、かつ、その周方向における両端部の中間部にて軸受ハウジングに固定され、山部は湾曲すると共にトップフォイルに接し、谷部は平坦であるとと共に軸受ハウジングと接する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

回転軸を取り囲んで該回転軸を支持するラジアルフォイル軸受であって、

前記回転軸に対向して配置される円筒状のトップフォイルと、前記トップフォイルの径方向外側に配置されるバンプフォイルと、前記トップフォイル及び前記バンプフォイルを収容する円筒状の軸受ハウジングと、を備え、

前記バンプフォイルは、少なくとも 1 つのバンプフォイル片を用いて円筒状に形成され

、
前記バンプフォイル片は、前記トップフォイルの周方向に沿って交互に形成された山部と谷部とを有し、かつ、その周方向における両端部の中間部にて前記軸受ハウジングに固定され、

前記山部は、湾曲すると共に前記トップフォイルに接し、

前記谷部は、平坦であると共に前記軸受ハウジングと接するラジアルフォイル軸受。

【請求項 2】

前記バンプフォイルは、前記トップフォイルの周方向に並んで配置された複数のバンプフォイル片を用いて円筒状に形成されている請求項 1 に記載のラジアルフォイル軸受。

【請求項 3】

前記バンプフォイル片は、前記軸受ハウジングにスポット溶接で固定されている請求項 1 に記載のラジアルフォイル軸受。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、ラジアルフォイル軸受に関する。

本願は、2011年8月12日に日本に出願された特願2011-176757号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

【背景技術】**【0002】**

従来、高速回転体用の軸受として、回転軸を取り囲むように装着されて用いられるラジアル軸受が知られている。このようなラジアル軸受としては、軸受面を形成する薄板状のトップフォイルと、このトップフォイルを弾性的に支持するバックフォイルと、前記トップフォイル及び前記バックフォイルを収容する円筒状の軸受ハウジングと、を備えたラジアルフォイル軸受がよく知られている。ラジアルフォイル軸受のバックフォイルとしては、薄板を波板状に成形し、山部と谷部とを交互に形成したバンプフォイルが主として用いられている。

【0003】

このようなラジアルフォイル軸受にあっては、通常、トップフォイルやバックフォイルの軸受ハウジングからの脱落を防止するため、その一端部(止端部)がスポット溶接によって軸受ハウジングに直接、あるいはスペーサを介して間接的に固定されている。また、溶接に代えて機械的に固定を行うべく、トップフォイルやバックフォイル(バンプフォイル)の一端部を曲げ加工によって折り曲げ、この折り曲げ部を軸受ハウジングに形成した係合溝に係合させた構造も知られている(例えば、特許文献1、特許文献2参照)。このように一端部がスポット溶接や係合によって固定されることにより、この一端部が固定端(固定点)となり、他端部が自由端となる。

【0004】

このようなラジアルフォイル軸受では、この軸受が支持する回転軸が回転すると、トップフォイルと回転軸との間に流体潤滑膜が形成される。このとき、回転軸に作用する荷重が流体潤滑膜を介して加えられることでトップフォイルが押し込まれ、トップフォイルからの荷重を受けたバンプフォイル(バックフォイル)における個々の山部の幅が広げられる。これにより、バンプフォイルの山部の高さが減少し、トップフォイルの撓みを許容する。すなわち、バンプフォイルの山部の高さが減少することで、トップフォイルの撓んだ

10

20

30

40

50

部分を収容可能な領域が形成される。したがって、ラジアルフォイル軸受は、その軸受面の形状を可変とし、荷重に応じて適切な流体潤滑膜を形成する。

【0005】

また、パンプフォイルは、前記したように荷重を受けて変形するとき、個々の山部の幅が広がる。その際、パンプフォイルと、トップフォイルや軸受ハウジングとの間で滑りが生じる。したがって、回転軸に振動（軸振動）が発生した際には、この滑りによる摩擦で振動エネルギーを散逸し、振動抑制効果が発揮される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】日本国特開2011-033176号公報

【特許文献2】日本国特開2011-017385号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

パンプフォイルが荷重を受けて軸受ハウジング側に押し込まれると、それぞれの山部は、前記固定端を始点として前記自由端側へ山部の幅を広げながらスライドする（変形する）。その際、固定端に近い山部は、この山部より自由端側に位置する他の山部によってその変形が制限されるため、滑り（変形）が起こり難くなっている。一方、自由端に近い山部では、自由端に近い程変形が制限されなくなり、したがって滑り量（変形量）が大きくなる。

【0008】

パンプフォイルの山部が軸受ハウジングの周方向に変形し難い場合、軸受ハウジングの径方向での荷重（回転軸に作用する荷重）に対する山部の弾性が高くなる。一方、パンプフォイルの山部が軸受ハウジングの周方向に変形し易い場合、軸受ハウジングの径方向での荷重に対する山部の弾性が低くなる。その結果、パンプフォイルの固定端側ではバネ定数が高く、自由端側ではバネ定数が低くなる。したがって、パンプフォイルを軸受全周に廻らせて配置すると、パンプフォイルの固定端側ではトップフォイルの支持剛性が高くなり、パンプフォイルの自由端側ではトップフォイルの支持剛性が低くなる。

【0009】

パンプフォイルに支持剛性の低い部分があると、軸受全周に渡って発生する膜圧が低くなり、局所的に膜厚が薄い部分が生じる可能性がある。そのため、軸受負荷能力が低下したり、軸受剛性（流体潤滑膜を含めた軸受としての軸支持剛性）に偏りが生じたりする場合がある。また、パンプフォイルに支持剛性の高い部分があると、滑り量が少なくなると減衰効果（滑りによる摩擦で振動エネルギーを散逸することによる振動抑制効果）が低減し、軸受全体としての減衰能力（振動抑制能力）が低下する可能性がある。

【0010】

そのため、パンプフォイルの支持剛性と滑り特性とを軸受全周に渡って均等化するべく、パンプフォイルを周方向に分割し、上記特性における固定端側と自由端側との間の差を少なくすることが考えられる。しかし、分割数を増やすとパンプフォイル（バックフォイル）の枚数が増え、固定点も多くなるため、製作面やコスト面で好ましくない。特に、パンプフォイルの固定を溶接で行う場合には、溶接を行う全箇所が良好に溶接できなければ製品として出荷できないため、品質維持が難しくなり、良品率が低下してコストアップとなる可能性がある。

【0011】

本発明は前記事情に鑑みてなされたもので、バックフォイルの固定端側と自由端側との間で生じる支持剛性の差を少なくし、より大きな軸受負荷能力と、高い軸受剛性及び減衰能力を備えるラジアルフォイル軸受を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0012】

10

20

30

40

50

本発明の第1の態様によれば、回転軸を取り囲んでこの回転軸を支持するラジアルフォイル軸受は、前記回転軸に対向して配置される円筒状のトップフォイルと、前記トップフォイルの径方向外側に配置されるパンプフォイルと、前記トップフォイル及び前記パンプフォイルを収容する円筒状の軸受ハウジングと、を備える。前記パンプフォイルは、少なくとも1つのパンプフォイル片を用いて円筒状に形成されている。また、前記パンプフォイル片は、前記トップフォイルの周方向に沿って交互に形成された山部と谷部とを有し、かつ、その周方向における両端部の中間部にて前記軸受ハウジングに固定されている。また、前記山部は湾曲すると共に前記トップフォイルに接し、前記谷部は平坦であると共に前記軸受ハウジングと接する。

【0013】

10

このラジアルフォイル軸受にあっては、パンプフォイルが、少なくとも1つのパンプフォイル片を用いて円筒状に形成されている。また、このパンプフォイル片は、トップフォイルの周方向に沿って交互に形成された山部と谷部とを有し、かつ、その周方向における中央部にて軸受ハウジングに固定されている。そのため、従来のようにフォイルの一端部を軸受ハウジングに固定した場合に比べ、固定端（固定部）と自由端（パンプフォイルの端部）との間の距離がほぼ半分になる。したがって、自由端側に位置する山部による制限が少なくなると固定端側に位置する山部が滑り易く（変形し易く）なるため、自由端側と固定端側との間の支持剛性の差が十分に小さくなる。

【0014】

20

また、本発明の第2の態様によれば、上記第1の態様において、前記パンプフォイルが、前記トップフォイルの周方向に並んで配置された複数のパンプフォイル片を用いて円筒状に形成されている。

【0015】

この場合、パンプフォイルが、トップフォイルの周方向に並んで配置された複数のパンプフォイル片からなるので、パンプフォイルがトップフォイルの全周に渡って単一のパンプフォイル片で形成されている場合と異なり、各パンプフォイル片がトップフォイルの全周を分割するように配置されている。そのため、パンプフォイル片における固定端と自由端との間の距離が短くなる。したがって、自由端側と固定端側との間の支持剛性の差が小さくなる。

また、各パンプフォイル片は、トップフォイルの周方向における中央部にて軸受ハウジングに固定されている。そのため、パンプフォイル片の一端部を軸受ハウジングに固定した場合に比べ、固定端（固定部）と自由端（パンプフォイルの端部）との間の距離がほぼ半分になる。したがって、自由端側に位置する山部による制限が少なくなると固定端側に位置する山部が滑り易く（変形し易く）なるため、自由端側と固定端側との間の支持剛性の差が十分に小さくなる。

30

【0016】

また、本発明の第3の態様によれば、上記第1又は第2の態様において、前記パンプフォイル片が、前記軸受ハウジングにスポット溶接で固定されている。

パンプフォイルの固定をスポット溶接で行う場合、溶接箇所を全て良好に溶接できなければ製品として出荷できないため、品質維持が難しくなり、良品率が低下する可能性がある。

40

例えば、従来型におけるパンプフォイルの周方向分割数をM個としたとき、M個のパンプフォイル片に対する固定点数がM個となる。これに対し、本発明では、パンプフォイル片を周方向の中央部にてスポット溶接で固定する。そのため、パンプフォイルの周方向分割数をM/2個とし、パンプフォイル片の長さを2倍に伸ばすことで、実質的な周方向分割数をM個にすることができる。すなわち、パンプフォイル片の数が半分（M/2個）になり、固定点数が半減する。したがって、従来と同じ構成でパンプフォイルをその周方向で分割する場合に比べ、固定点数（溶接点数）を半分にすることができるので、製作工数を減らしてコストダウンを図ることができるとともに、品質の安定化を図ることができる。

50

【発明の効果】

【0017】

本発明のラジアルフォイル軸受によれば、少なくとも1つのバンプフォイル片をその中間部にて固定したことにより、自由端側と固定端側との間の支持剛性の差を十分に小さくできる。そのため、ラジアルフォイル軸受の、より大きな軸受負荷能力と、高い軸受剛性及び減衰能力を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【0018】

【図1】本発明の第1実施形態に係るラジアルフォイル軸受が適用されるターボ機械の一例を示す模式図である。

10

【図2A】本発明の第1実施形態に係るラジアルフォイル軸受の概略構成を示す側面図である。

【図2B】図2Aの要部を平坦化して模式的に示す側面図である。

【図2C】図2Aの要部を平坦化して模式的に示す平面図である。

【図3A】従来のラジアルフォイル軸受の側面図である。

【図3B】図3Aの要部を平坦化して模式的に示す側面図である。

【図3C】従来の別のラジアルフォイル軸受の側面図である。

【図4A】本発明の第2実施形態に係るラジアルフォイル軸受の概略構成を示す側面図である。

【図4B】ラジアルフォイル軸受の要部を示す斜視図である。

20

【図4C】図4Aの要部を平坦化して模式的に示す側面図である。

【図4D】図4CのA-A線矢視断面図である。

【図4E】図4CのB-B線矢視断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下、図面を参照して本発明のラジアルフォイル軸受を詳しく説明する。なお、以下の図面においては、各部材を認識可能な大きさとするために、各部材の縮尺を適宜変更している。

【0020】

(第1実施形態)

30

図1は、本発明の第1実施形態のラジアルフォイル軸受が適用されるターボ機械の一例を示す側面図である。図1中符号1は回転軸、符号2は回転軸の先端部に設けられたインペラ、符号3は本発明に係るラジアルフォイル軸受である。なお、図1では省略してラジアルフォイル軸受を一つのみ記載しているが、通常は回転軸1の軸方向にラジアルフォイル軸受が二つ設けられて、回転軸1の支持構造が構成される。したがって、図示しないが、本実施形態においてもラジアルフォイル軸受3は二つ設けられている。ただし、本発明のラジアルフォイル軸受3は、回転軸に対して一つのラジアルフォイル軸受のみが設けられる形態にも適用可能である。

【0021】

回転軸1には、インペラ2が形成された側にスラストカラー4が固定されている。このスラストカラー4の両側には、このスラストカラー4に対向してスラスト軸受5がそれぞれ配置されている。

40

また、インペラ2は静止側となるハウジング6内に配置されており、インペラ2とハウジング6との間にチップクリアランス7が形成されている。

また、回転軸1には、スラストカラー4より回転軸1の中央側に、ラジアルフォイル軸受3が取り囲むように装着されている。

【0022】

図2A~2Cは、このような構成のターボ機械に適用されたラジアルフォイル軸受の第1実施形態を示す図である。本実施形態のラジアルフォイル軸受3は、図2Aに示すように回転軸1を取り囲んで回転軸1を支持する円筒状に形成されている。ラジアルフォイル

50

軸受 3 は、回転軸 1 に対向して配置される円筒状のトップフォイル 10 と、トップフォイル 10 の径方向外側に配置されるバックフォイル 11 と、バックフォイル 11 の径方向外側に配置される軸受ハウジング 12 とを備えて構成されている。

軸受ハウジング 12 は、ラジアルフォイル軸受 3 の最外部を構成し、金属を用いて円筒状に形成されている。軸受ハウジング 12 は、その内部にバックフォイル 11 およびトップフォイル 10 を収容している。

【0023】

バックフォイル 11 は、フォイル（薄板）で形成され、トップフォイル 10 を弾性的に支持する。このようなバックフォイル 11 としては、例えばパンプフォイルや、特開 2009-299748 号公報などに記載されているバックフォイルなどが用いられる。本実施形態では、バックフォイル 11 としてパンプフォイルを用いている。ただし、前記のバックフォイルを、本発明のバックフォイルとして用いてもよい。

10

【0024】

本実施形態のバックフォイル 11（パンプフォイル）は、図 2A に示すように、トップフォイル 10 の周方向に並んで配置された 3 つのバックフォイル片 11a を用いて円筒状に形成されている。これらバックフォイル片 11a は、フォイル（薄板）が波板状に成形され、かつ、その側面が全体として円弧状になるように構成されている。3 つのバックフォイル片 11a は、全て同じ形状・寸法に形成されている。したがって、これらバックフォイル片 11a は、軸受ハウジング 12 の内周面をほぼ 3 分割するように配置されている。

20

【0025】

また、後述するトップフォイル 10 の固定端 10a を挟むように位置する一対のバックフォイル片 11a は、ある程度隙間をあけて配置されている。一方、それ以外の位置では、隣り合う一対のバックフォイル片 11a における互いの端部が近接して配置されている。このような構成によって 3 つのバックフォイル片 11a は、全体として略円筒形状に形成されて、軸受ハウジング 12 の内周面に沿って配置されている。

【0026】

また、このように波板状に成形されたバックフォイル片 11a は、図 2A の要部を平坦化して模式的に示す側面図である図 2B、及びその平面図である図 2C に示すように、軸受ハウジング 12 の周方向に沿って交互に形成された、軸受ハウジング 12 と接する平坦な（軸受ハウジング 12 の内周面に沿った）谷部 11b と、トップフォイル 10 に接する湾曲した（径方向内側に向けて突出するように湾曲した）山部 11c とを有する。これによってバックフォイル片 11a は、図 2B に示すようにトップフォイル 10 に接する山部 11c により、トップフォイル 10 を弾性的に支持している。また、山部 11c や谷部 11b によって、ラジアルフォイル軸受 3 の中心軸方向に延びる流体の通路が形成されている。

30

【0027】

なお、このバックフォイル片 11a は、例えばラジアルフォイル軸受 3 の軸受径（内径）が 35 mm である場合、その厚さが 100 μm 程度、山部 11c の幅（ラジアルフォイル軸受 3 の周方向での幅）が 3 mm 程度、山部 11c の高さが 0.6 mm 程度となるように形成されている。また、後述するトップフォイル 10 の厚さも 100 μm 程度である。

40

【0028】

これらバックフォイル片 11a は、その周方向、すなわちトップフォイル 10 の周方向における中央部にて、スポット溶接で軸受ハウジング 12 に固定されている。スポット溶接は、バックフォイル片 11a の中央部に位置する谷部 11b（山部 11c、11c 間に形成された平坦部）においてなされている。スポット溶接を行う箇所としては、図 2C に示すように、1 つのバックフォイル片 11a におけるその中央部の谷部 11b の 2 箇所、すなわちバックフォイル片 11a の軸方向（ラジアルフォイル軸受 3 の中心軸方向）での両側縁部が、それぞれスポット溶接される。これにより、谷部 11b には、2 箇所のスポ

50

ット溶接によって図 2 B に示すように見掛け上 1 つの溶接点、すなわち固定点 8 が形成される。また、バックfoil片 1 1 a の中央部に固定点 8 が形成されることで、バックfoil片 1 1 a の両端は共に自由端 9 となっている。

【 0 0 2 9 】

すなわち、1 つのバックfoil片 1 1 a に、固定端として機能する固定点 8 と一方の自由端 9 との間に位置するバックfoil部 1 1 d と、固定点 8 と他方の自由端 9 との間に位置するバックfoil部 1 1 d とが形成される。

このように、1 つのバックfoil片 1 1 a に 2 つのバックfoil部 1 1 d が形成される。そのため、本実施形態における 1 つのバックfoil片 1 1 a は、後述するように、従来のバックfoil片を 2 つ備えた構造と同等に機能する。

【 0 0 3 0 】

図 2 A に示すようにトップfoil 1 0 は、3 つのバックfoil片 1 1 a からなるバックfoil 1 1 の内面に沿って円筒状に巻かれている。トップfoil 1 0 では、一端部がスポット溶接で軸受ハウジング 1 2 に固定されて固定端 1 0 a とされ、他端部が自由端とされている。

【 0 0 3 1 】

次に、このような構成からなるラジアルfoil軸受 3 の作用について説明する。

回転軸 1 が停止した状態では、トップfoil 1 0 は、バックfoil 1 1 (3 つのバックfoil片 1 1 a) によって回転軸 1 側に付勢されることで回転軸 1 に密着している。

回転軸 1 を図 2 A 中の矢印 P の向きに回転させると、最初は低速で回転し、その後徐々に加速して高速で回転する。そのとき、図 2 A 中の矢印 Q で示すように、トップfoil 1 0 の固定端 1 0 a とバックfoil片 1 1 a の一端との間から周囲流体が引き入れられ、周囲流体はトップfoil 1 0 と回転軸 1 との間に流入する。これにより、トップfoil 1 0 と回転軸 1 との間に流体潤滑膜が形成される。

【 0 0 3 2 】

この流体潤滑膜の膜圧は、トップfoil 1 0 に作用し、トップfoil 1 0 に接するバックfoil片 1 1 a の個々の山部 1 1 c は径方向外側に向けて押圧される。バックfoil片 1 1 a がトップfoil 1 0 から押圧されることにより、その山部 1 1 c が押し広げられる。したがって、バックfoil片 1 1 a は軸受ハウジング 1 2 上をその周方向に動く。

【 0 0 3 3 】

すなわち、流体潤滑膜を介してトップfoil 1 0 からの荷重を受けたバックfoil片 1 1 a では、図 2 B 中に矢印で示すように、個々の山部 1 1 c の幅が広がる。これにより、バックfoil片 1 1 a における山部 1 1 c の高さが減少し、トップfoil 1 0 の撓みを許容する。すなわち、山部 1 1 c の高さが減少することで、トップfoil 1 0 の撓んだ部分を収容可能な領域が軸受ハウジング 1 2 内に形成される。したがって、ラジアルfoil軸受 3 はその軸受面の形状を可変とし、荷重に応じて適切な流体潤滑膜を形成する。

【 0 0 3 4 】

また、バックfoil片 1 1 a は、前記したように荷重を受けて変形するとき、個々の山部 1 1 c の幅が広がる。その際、バックfoil片 1 1 a と、トップfoil 1 0 や軸受ハウジング 1 2 との間で滑りが生じる。したがって、回転軸 1 に振動 (軸振動) が発生した際には、この滑りによる摩擦で振動エネルギーを散逸し、振動抑制効果が発揮される。

【 0 0 3 5 】

また、バックfoil片 1 1 a の周方向での変形 (移動) は、バックfoil片 1 1 a と、トップfoil 1 0 や軸受ハウジング 1 2 との間の摩擦の影響を受ける。そのため、図 2 B 中の矢印の大きさを示すように、その両端部、すなわち各自由端 9 側では変形し易い (動き易い) もの、固定点 8 側では変形し難くなっている。そのため、自由端 9 側

10

20

30

40

50

と固定点 8 側とでは、バックfoil片 1 1 a による支持剛性に差が生じる。

【 0 0 3 6 】

しかし、本実施形態では、スポット溶接による固定点 8 をバックfoil片 1 1 a の周方向中央部に設けているので、図 3 A , 3 B に示すようなバックfoil片 1 1 a の一端部をスポット溶接で固定した従来の形態に比べ、固定端（固定点 8）と自由端（バックfoilの端部、自由端 9）との間の距離がほぼ半分になる。したがって、自由端 9 側に位置する山部 1 1 c による制限が少なくなって固定点 8（固定端）側に位置する山部 1 1 c が滑り易く（変形し易く）なり、自由端 9 側と固定点 8（固定端）側との間の支持剛性の差が十分に小さくなる。

【 0 0 3 7 】

また、このようにバックfoil片 1 1 a の中央部に固定点 8 を形成することで、バックfoil片 1 1 a の両端部が共に自由端 9 となっている。したがって、1 つのバックfoil片 1 1 a に 2 つのバックfoil部 1 1 d が形成され、本実施形態の 1 つのバックfoil片 1 1 a は、従来のバックfoil片を 2 つ備えた構造と同等に機能する。すなわち、本実施形態のラジアルfoil軸受 3 は、バックfoil片 1 1 a を 3 つ有することで、図 3 C に示す、従来のバックfoil片 4 0 a を 6 つ備えたラジアルfoil軸受と、機能上は同等となる。

【 0 0 3 8 】

図 3 C に示す従来型において、バックfoilの周方向分割数を 6 つとしたとき、6 つのバックfoil片 4 0 a に対する固定点 8 の数が 6 つとなる。これに対し、本実施形態のラジアルfoil軸受 3 では、バックfoil片 1 1 a を周方向の中央部にてスポット溶接で固定する。そのため、バックfoil 1 1 の周方向分割数を 3 つとし、バックfoil片 1 1 a の長さを 2 倍に伸ばすことで、実質的な周方向分割数を 6 つにすることができる。

【 0 0 3 9 】

以上説明したように、本実施形態のラジアルfoil軸受 3 においては、バックfoil 1 1 を、トップfoil 1 0 の周方向に並んで配置される 3 つのバックfoil片 1 1 a で構成している。バックfoil 1 1 がトップfoil 1 0 の全周に渡って単一のfoilで形成されている場合に比べ、各バックfoil片 1 1 a がトップfoil 1 0 の全周を分割するように配置されているため、バックfoil片における固定端と自由端との間の距離が短くなる。したがって、ラジアルfoil軸受 3 における、自由端側と固定端側との間の支持剛性の差が小さくなる。また、バックfoil片 1 1 a を、その中央部にて固定したことにより、自由端側と固定端側との間の支持剛性の差がさらに小さくなる。

よって、このように自由端側と固定端側との間の支持剛性の差を十分に小さくしたので、ラジアルfoil軸受 3 の、より大きな軸受負荷能力と、高い軸受剛性及び減衰能力を得ることができる。

【 0 0 4 0 】

なお、本発明は前記実施形態に限定されることはなく、添付のクレームの範囲によってのみ限定される。上述した実施形態において示した各構成部材の諸形状や組み合わせ等は一例であって、本発明の主旨を逸脱しない範囲で、構成の付加、省略、置換、およびその他の変更が可能である。

例えば、前記実施形態ではバックfoil 1 1 を 3 つのバックfoil片 1 1 a を用いて構成した。しかし、バックfoil 1 1 が、1 枚の金属箔（単一のバックfoil片）を用いて略円筒状に成形されてもよい。この場合にも、バックfoil 1 1（単一のバックfoil片）をその中央部にて固定することにより、自由端側と固定端側との間の支持剛性の差を小さくすることができる。

また、バックfoil 1 1 を複数のバックfoil片 1 1 a で構成する場合、その数は 3 つに限定されない。すなわち、2 つ、または 4 つ以上のバックfoil片 1 1 a でバックfoil 1 1 を構成してもよい。

【 0 0 4 1 】

10

20

30

40

50

さらに、前記実施形態では、バックfoil 11 (バックfoil片 11a) は、スポット溶接を用いて軸受ハウジング 12 へ固定されている。しかし、スポット溶接以外の固定手段を用いてバックfoil 11 を固定してもよい。

【0042】

なお、本実施形態のバックfoil片 11a は、その周方向中央部にて軸受ハウジング 12 に固定されている。しかしながら、バックfoil片の固定点から自由端までの長さを従来よりも短縮するという本発明の主旨からすれば、必ずしもバックfoil片の周方向中央部に固定点が設けられている必要は無く、バックfoil片が、その周方向における両端部の中間部にて軸受ハウジングに固定されていてもよい。例えば、固定点と一方の自由端との長さ、及び上記固定点と他方の自由端との長さの比が、1対2となるような固定点にて、バックfoil片が軸受ハウジングに固定されていてもよい。

10

【0043】

(第2実施形態)

図4A~4Eは、本発明の第2実施形態におけるラジアルfoil軸受を示している。

図4A~4Eは、スポット溶接以外の固定手段として、係止部材30を用いてバックfoil 11 (バックfoil片 11a) の固定を行うラジアルfoil軸受20を示す図である。

【0044】

ラジアルfoil軸受20は、図4Aに示すように回転軸1に対向して配置される円筒状のトップfoil 10と、トップfoil 10の径方向外側に配置されるバックfoil 11と、バックfoil 11の径方向外側に配置される軸受ハウジング12とを備えて構成されている。

20

【0045】

本実施形態の軸受ハウジング12の内周面には、軸受ハウジング12の軸方向に沿って溝13が形成されている。

すなわち、溝13は、軸受ハウジング12の軸方向の全長に渡って形成されている。この溝13は、その深さ方向が、トップfoil 10の一方の端部が伸び出る方向に一致するように形成されている。また、その深さは、2mm~5mm程度である。

【0046】

軸受ハウジング12の外周面には、溝13に連通する2つの孔14が形成されている。

30

これら孔14は、後述するように溝13内に挿入されたトップfoil 10の一方の端部10bを、溝13内に固定するために用いられる雄ネジが挿入される孔である。孔14の内周面には雌ネジが形成されている。

【0047】

軸受ハウジング12の両側面(中心軸方向での両側面)には、図4A, 4Bに示すように、軸受ハウジング12の外周縁から内周縁にまで延びる係合溝15がそれぞれ形成されている。本実施形態の係合溝15は、図4Aに示すように、軸受ハウジング12の側面を、その周方向にほぼ3分割する位置にそれぞれ形成されている。これら係合溝15には、係止部材30が係止している。なお、本実施形態では、3つの係合溝15のうちの2つの係合溝15の間に、溝13が配置されている。

40

【0048】

バックfoil 11は、第1実施形態と同様に、トップfoil 10の周方向に並んで配置された3つのバックfoil片 11aを用いて構成されている。溝13を挟むように位置する一对のバックfoil片 11aは、ある程度の隙間をあけて配置されている。一方、それ以外の位置では、隣り合う一对のバックfoil片 11aにおける互いの端部が近接して配置されている。このような構成によって3つのバックfoil片 11aは、全体として略円筒形状に形成されて、軸受ハウジング12の内周面に沿って配置されている。

【0049】

これらバックfoil片 11aは、図4Aの要部を平坦化して模式的に示す図4Cに示

50

すように、軸受ハウジング 12 の周方向に沿って交互に形成された、軸受ハウジング 12 と接する平坦な谷部 11b と、トップフォイル 10 に接する湾曲した山部 11c とを有する。

【0050】

これらバックフォイル片 11a には、図 4C の A - A 線矢視断面図である図 4D に示すように、その周方向中央部（軸受ハウジング 12 の周方向での中央部）の両縁部（軸方向での両縁部）に、切欠 16 がそれぞれ形成されている。切欠 16 は、図 4B に示すように、バックフォイル片 11a の谷部 11b に形成されている。切欠 16 は、山部 11c、11c 間に形成された平坦部である谷部 11b を、軸受ハウジング 12 の軸方向での両縁部から軸方向での中心部に向かって切り欠くことで形成されている。切欠 16 は、軸受ハウジング 12 の係合溝 15 に対応する位置、すなわち係合溝 15 と重なる位置に形成されており、切欠 16 の幅（軸受ハウジング 12 の周方向での幅）、深さ（軸受ハウジング 12 の軸方向での深さ）が、係合溝 15 の幅、深さとそれぞれ同一に形成されている。

10

【0051】

このような構成のもと、軸受ハウジング 12 の係合溝 15 とバックフォイル片 11a の切欠 16 とは、図 4B に示すように、一つの溝として機能する。なお、切欠 16 は、バリの発生、及びストレスを与えることによる歪みの発生を防止するために、フォイルに対してエッチング加工や放電加工を行って形成することが好ましい。すなわち、エッチング加工や放電加工でフォイルに切欠 16 を形成した後に、山部 11c や谷部 11b を形成するためのプレス成型を行い、バックフォイル片 11a を形成することが好ましい。

20

【0052】

これら係合溝 15 と切欠 16 とには、係止部材 30 が係止している。係止部材 30 は、図 4C の B - B 線矢視断面図である図 4E、及び図 4B に示すように、一对の係合脚 31、31 と、これら係合脚 31、31 の一端側に配置されて係合脚 31、31 間を接続する接続部 32 と、を有するコ字状に形成されている。一方の係合脚 31 がラジアルフォイル軸受 3 の一方の側面の係合溝 15 と切欠 16 とに係合し、他方の係合脚 31 がラジアルフォイル軸受 3 の他方の側面の係合溝 15 と切欠 16 とに係合している。係合脚 31 の長さは、図 4C、4E に示すように、軸受ハウジング 12 の厚さ（径方向での厚さ）とバックフォイル片 11a の厚さの和にほぼ等しい。また、接続部 32 は、図 4C ~ 4E に示すように、バックフォイル片 11a の谷部 11b とトップフォイル 10 との間に配置されている。

30

【0053】

このような構成によって係止部材 30 は、係合脚 31 が軸受ハウジング 12 の係合溝 15 とバックフォイル片 11a の切欠 16 とのいずれにも係合しているため、バックフォイル片 11a を軸受ハウジング 12 に固定する固定手段として機能している。また、接続部 32 がトップフォイル 10 で覆われていることにより、軸受ハウジング 12 及びバックフォイル片 11a からの係止部材 30 の脱落が防止されている。したがって、バックフォイル片 11a は軸受ハウジング 12 に確実に固定されている。

【0054】

係止部材 30 の係合脚 31 や接続部 32 は、図 4B に示すような四角柱状であっても、また、円柱状（丸棒状）であってもよい。なお、その太さは 0.2 ~ 0.5 mm 程度である。例えば、ラジアルフォイル軸受 3 の軸受サイズが 35 mm x（軸方向での長さ）35 mm である場合、バックフォイル片 11a、トップフォイル 10 の厚さは共に 100 μm 程度であり、バックフォイル片 11a の山部 11c の高さ（谷部 11b に対する高さ）は 0.5 mm 程度である。したがって、係止部材 30 の太さを 0.5 mm 未満（0.2 ~ 0.5 mm 程度）とすることにより、図 4C に示したように、係止部材 30 の接続部 32 がトップフォイル 10 から離間して配設され、接続部 32 のトップフォイル 10 との接触・干渉が防止される。

40

【0055】

このような係止部材 30 は、例えば厚さが 0.5 mm 未満のステンレス等からなる金属

50

箔をコ字状にエッチング加工することで、形成することができる。また、太さが0.5 mm未満の針金状の金属棒を、折り曲げ加工することでも形成することができる。

【0056】

図4Aに示すように、トップfoil 10は、3つのバックfoil片11aからなるバックfoil 11の内面に沿って円筒状に巻かれている。トップfoil 10は、その一方の端部10bの先端が軸受ハウジング12に形成された溝13に係合するように配設されている。

このトップfoil 10は、軸受の周方向を長辺とし、軸受の中心軸方向を短辺とする矩形の金属箔が上記中心軸周りで円筒状に巻かれて、形成されている。

【0057】

このトップfoil 10は、前記金属箔の両端が互いに当接するように巻かれることなく、一方の端部10bが他方の端部の外側に重なるように巻かれている。また、一方の端部10bは、これ以外の部分で形成される円筒部の所定位置での接線方向に、伸び出て形成されている。

なお、軸受ハウジング12における溝13は、その深さ方向が、トップfoil 10の一方の端部10bの伸び出る方向に一致するように形成されている。

【0058】

したがって、トップfoil 10は、その一方の端部10bの伸び出た方向が溝13の深さ方向に一致するように配置されて、その一方の端部10bの先端が溝13に係合している。一方の端部10bが溝13に係合した状態ではトップfoil 10は変形しないため、トップfoil 10における歪みの発生が防止される。

【0059】

本実施形態では、溝13に係合しているトップfoil 10の一方の端部10bは、雄ネジ17によって溝13内に固定されている。すなわち、雄ネジ17が孔14に螺合し挿入され、一方の端部10bが雄ネジ17により付勢されて溝13の内壁面に密着することで、一方の端部10bが溝13内に固定されている。なお、溝13の内壁面に密着することによる一方の端部10bの変形は僅かである。したがって、この変形によってトップfoil 10に歪みが生じることはほとんどない。

【0060】

トップfoil 10の一方の端部10bと、これと反対の他方の端部とは、これらの間の中央部より薄い厚さの薄厚部18が形成されている。これら薄厚部18は、その外周面(バックfoil 11側の面)が前記中央部の外周面より凹んだ状態となるように薄くされて形成されている。

【0061】

薄厚部18を形成するには、例えばエッチング加工によってトップfoil 10の両端部を、数十 μm の範囲でコントロールして所望の厚さ(薄さ)に形成する。具体的には、軸受径が35 mmで、トップfoil 10の厚さが100 μm である場合、薄厚部18の厚さは80 μm 程度にする。なお、このようなエッチング加工では、曲げ加工などに比べてトップfoil 10に生じる応力が極めて小さい。したがって、トップfoil 10に歪みが生じることもほとんどない。

また、薄厚部18の周方向の長さは、例えば、溝13から、溝13の隣に位置するバックfoil 11の端部の山部11c一つ分までに対応する長さである。

【0062】

このようにトップfoil 10の両端部に薄厚部18を形成したことにより、これら両端部(薄厚部18)は弾性変形し易くなる。したがって、これら両端部は軸受ハウジング12の内周面を構成する曲面に倣って曲面となる。これにより、トップfoil 10は、その両端部においても回転軸1を締め付ける力(局所的なプリロード)をほとんど発生しない。

また、トップfoil 10の両端部の外周面を、前記中央部の外周面より凹んだ状態となるように薄くして薄厚部18を形成している。そのため、トップfoil 10の外周面

10

20

30

40

50

を支持するバックfoil 11と薄厚部18との間において、バックfoil 11の端部の山部11c一つ分の範囲で、隙間が形成される。これにより、薄厚部18においては、回転軸1を締め付ける力(局所的なプリロード)の発生が確実に防止される。

【0063】

このようなラジアルfoil軸受20にあっても、バックfoil 11を複数のバックfoil片11aで形成したことにより、バックfoil片11aにおける固定端(係止部材30による係止位置)と自由端(バックfoil片11aの両端部)との間の距離を短くして支持剛性の差を小さくできる。さらに、バックfoil片11aをその中央部に軸受ハウジング12に固定したことにより、自由端側と固定端側との間の支持剛性の差を十分に小さくできる。結果として、ラジアルfoil軸受20の、より大きな軸受負荷能力と、高い軸受剛性及び減衰能力を得ることができる。

10

【0064】

また、係止部材30を用い、バックfoil片11aの切欠16と軸受ハウジング12の係合溝15とに係合脚31を係合させることにより、バックfoil片11a(バックfoil 11)を軸受ハウジング12に固定している。そのため、バックfoil片11aに対してスポット溶接や曲げ加工を行うことなく、バックfoil片11aを軸受ハウジング12内に収容・固定することができる。したがって、バックfoil 11(バックfoil片11a)のスポット溶接や、バックfoil 11の歪みの影響による、トップfoil 10における歪みの発生を防止し、又はトップfoil 10の歪みを十分に少なくすることができる。よって、軸受の負荷能力や動特性(剛性と減衰性能)について、設計通りの良好な性能を発揮させることができる。

20

【0065】

また、バックfoil 11については、従来のスポット溶接や、歪みを発生させる可能性のある曲げ加工を無くすことができるため、製作の難易度を低下させ、製造コストを低減できる。また、バックfoil 11に特別な曲げ加工が不要となるため、バックfoil 11を高精度にプレス成型することが可能になる。

【0066】

なお、バックfoil 11(バックfoil片11a)は、前記のスポット溶接や係止部材30以外の固定手段を用いて軸受ハウジング12へ固定してもよい。

【産業上の利用可能性】

30

【0067】

本発明は、回転軸を取り囲んで支持するラジアルfoil軸受に広く利用することができる。

【符号の説明】

【0068】

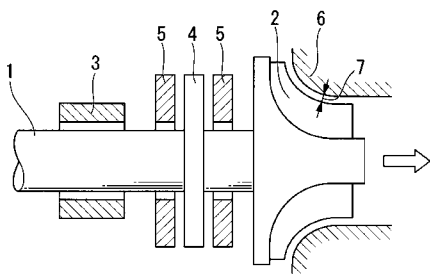
- 1 ... 回転軸
- 3 ... ラジアルfoil軸受
- 8 ... 固定点
- 9 ... 自由端
- 10 ... トップfoil
- 11 ... バックfoil
- 11a ... バックfoil片
- 11b ... 谷部
- 11c ... 山部
- 12 ... 軸受ハウジング
- 15 ... 係合溝
- 16 ... 切欠
- 20 ... ラジアルfoil軸受
- 30 ... 係止部材
- 31 ... 係合脚

40

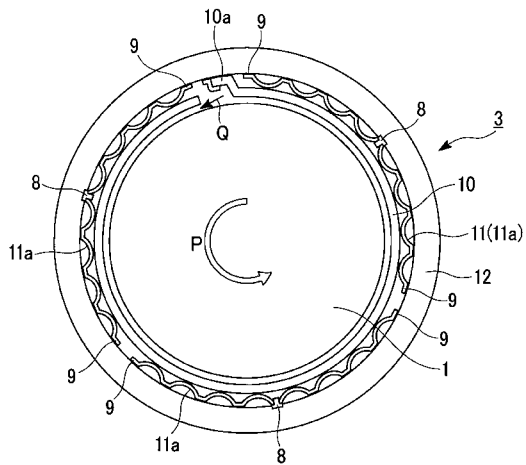
50

3 2 ... 接続部

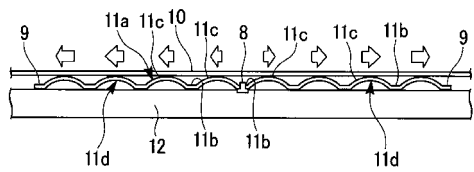
【 図 1 】



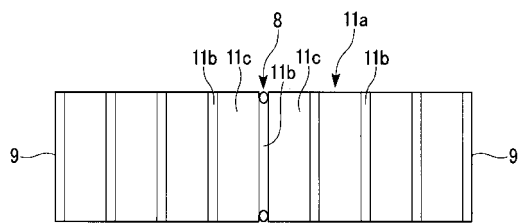
【 図 2 A 】



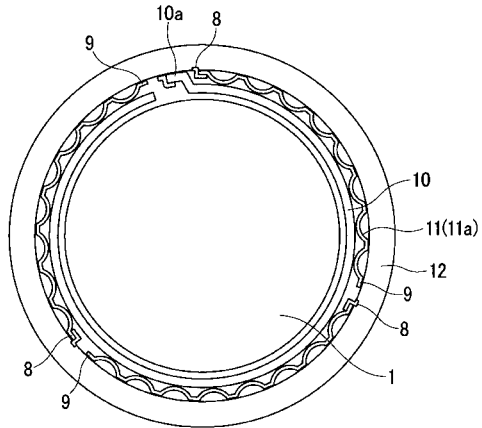
【 図 2 B 】



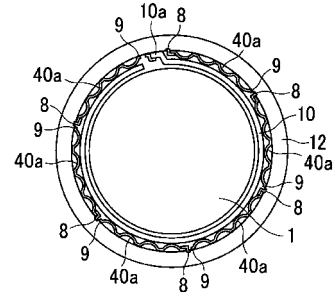
【 図 2 C 】



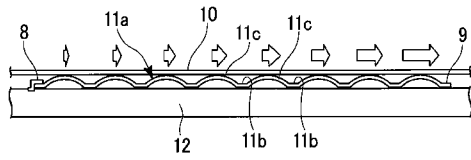
【 図 3 A 】



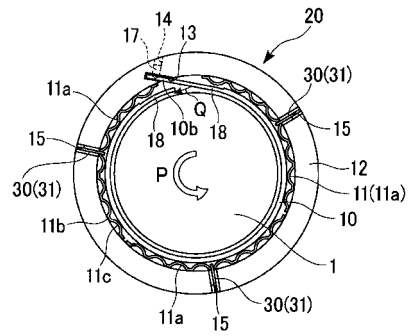
【 図 3 C 】



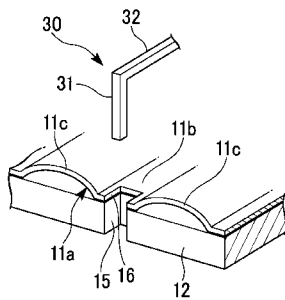
【 図 3 B 】



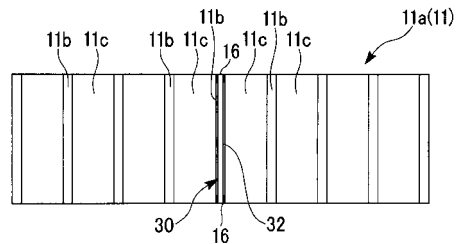
【 図 4 A 】



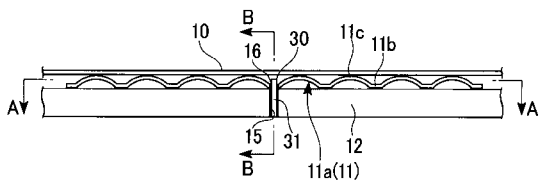
【 図 4 B 】



【 図 4 D 】



【 図 4 C 】



【 図 4 E 】

