

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6859832号
(P6859832)

(45) 発行日 令和3年4月14日(2021.4.14)

(24) 登録日 令和3年3月30日(2021.3.30)

(51) Int.Cl.		F 1			
F 1 6 C	17/04	(2006.01)	F 1 6 C	17/04	A
H 0 2 K	7/08	(2006.01)	H 0 2 K	7/08	A
F 1 6 C	17/02	(2006.01)	F 1 6 C	17/02	A
G 1 1 B	19/20	(2006.01)	G 1 1 B	19/20	E

請求項の数 16 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2017-88596 (P2017-88596)	(73) 特許権者	000232302
(22) 出願日	平成29年4月27日 (2017.4.27)		日本電産株式会社
(65) 公開番号	特開2018-185027 (P2018-185027A)		京都府京都市南区久世殿城町338番地
(43) 公開日	平成30年11月22日 (2018.11.22)	(74) 代理人	100135013
審査請求日	令和2年3月25日 (2020.3.25)		弁理士 西田 隆美
		(72) 発明者	下村 巧
			京都市南区久世殿城町338番地 日本電産株式会社内
		(72) 発明者	今堀 正博
			京都市南区久世殿城町338番地 日本電産株式会社内
		(72) 発明者	杉信 進悟
			京都市南区久世殿城町338番地 日本電産株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 流体軸受装置、モータおよびディスク駆動装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

流体軸受装置であって、
 静止部材と、
 前記静止部材に対して回転軸を中心に回転する回転部材と、
 を備え、
 前記静止部材の軸受面および前記回転部材の軸受面は、流体が充填された微小間隙を介して対向し、
 前記軸受面の少なくとも一方は、第1動圧溝列を有し、
 前記第1動圧溝列は、周方向に沿って、全て異なる間隔で配列された複数の第1動圧溝
 を有し、
隣接する前記第1動圧溝の周方向の間隔は、不定である、
 流体軸受装置。

【請求項2】

請求項1に記載の流体軸受装置であって、
 前記軸受面の少なくとも一方は、第2動圧溝列を有し、
 前記第2動圧溝列は、前記第1動圧溝列よりも径方向外側に、前記周方向に沿って、不定な間隔で不均等に配列された複数の第2動圧溝を有する、
 流体軸受装置。

【請求項3】

請求項 2 に記載の流体軸受装置であって、
複数の前記第 1 動圧溝それぞれと、複数の前記第 2 動圧溝それぞれとは、不連続である

流体軸受装置。

【請求項 4】

請求項 2 または請求項 3 に記載の流体軸受装置であって、
前記第 1 動圧溝および前記第 2 動圧溝は、それぞれ、前記周方向の一端である第 1 端と、
前記周方向の他端である第 2 端とを有し、
第 1 端が、第 2 端よりも前記径方向の内側に配置されている、
流体軸受装置。

10

【請求項 5】

請求項 4 に記載の流体軸受装置であって、
前記複数の第 1 動圧溝のうちの一の第 1 動圧溝の第 1 端は、前記径方向において、他の
少なくとも二つの第 1 動圧溝と重なっている、
流体軸受装置。

【請求項 6】

請求項 4 または請求項 5 に記載の流体軸受装置であって、
前記複数の第 1 動圧溝のうちの一の第 1 動圧溝の第 2 端は、前記径方向において、少な
くとも三つの第 2 動圧溝と重なっている、
流体軸受装置。

20

【請求項 7】

請求項 2 から請求項 6 までのいずれか一つに記載の流体軸受装置であって、
前記第 1 動圧溝または前記第 2 動圧溝は、
総数 N で表すと、 $(360^\circ / N) \pm 10^\circ$ の間隔で、前記周方向に沿って配列されて
いる、
流体軸受装置。

【請求項 8】

請求項 2 から請求項 6 までのいずれか一つに記載の流体軸受装置であって、
前記第 1 動圧溝または前記第 2 動圧溝は、
総数 N で表すと、 $(360^\circ / N) \pm (150^\circ / N)$ の間隔で、前記周方向に沿って
配列されている、
流体軸受装置。

30

【請求項 9】

請求項 2 から請求項 6 までのいずれか一つに記載の流体軸受装置であって、
前記第 1 動圧溝または前記第 2 動圧溝の総数 N 、前記流体動圧軸受部の回転数 R で表す
と、
 $500 < (R / 60) * N < 5000$ を満たす、
流体軸受装置。

【請求項 10】

請求項 2 から請求項 9 までのいずれか一つに記載の流体軸受装置であって、
前記静止部材は、
前記中心軸に沿って延びるシャフトと、
前記シャフトの軸方向に間隔をおいて上下それぞれに、前記シャフトの外周面に設けら
れる環状部材と、
を有し、
前記回転部は、前記シャフトおよび前記環状部材に対して、潤滑オイルを介して、前記
中心軸を中心として回転可能に支持され、前記シャフトに対向するラジアル軸受面と、前
記ラジアル軸受面の少なくとも一方端に設けられ、前記環状部材に対向するスラスト軸受
面と、を有し、

40

前記スラスト軸受面は、前記第 1 動圧溝列および前記第 2 動圧溝列を有し、

50

前記ラジアル軸受面は、前記周方向に沿って配列された複数の第3動圧溝を含む、第3動圧溝列を有する、
流体軸受装置。

【請求項11】

請求項10に記載の流体軸受装置であって、

前記第1動圧溝の総数N1、前記第2動圧溝の総数N2、前記第3動圧溝の総数N3で表すと、 $N1 < N3 < N2$ である、

流体軸受装置。

【請求項12】

請求項10または請求項11に記載の流体軸受装置であって、

前記第1動圧溝列は、14本の前記第1動圧溝を有し、

前記第2動圧溝列は、20本の前記第2動圧溝を有し、

前記第3動圧溝列は、15本の前記第3動圧溝を有する、

流体軸受装置。

10

【請求項13】

請求項12に記載の流体軸受装置であって、

前記複数の第1動圧溝は、前記中心軸から特定の径方向を開始位置として、前記周方向に沿って、 25.20° 、 29.63° 、 21.32° 、 21.18° 、 33.12° 、 33.80° 、 22.56° 、 19.08° 、 22.42° 、 24.23° 、 29.69° 、 34.00° 、 25.69° 、 18.07° の間隔で配列されている、

流体軸受装置。

20

【請求項14】

請求項12または請求項13に記載の流体軸受装置であって、

前記複数の第2動圧溝は、前記中心軸から特定の径方向を開始位置として、前記周方向に沿って、 21.84° 、 21.67° 、 19.77° 、 16.78° 、 14.27° 、 14.19° 、 16.88° 、 20.09° 、 20.83° 、 18.65° 、 16.26° 、 16.60° 、 19.38° 、 21.39° 、 20.08° 、 16.41° 、 13.68° 、 14.10° 、 17.00° 、 20.13° の間隔で配列されている、

流体軸受装置。

30

【請求項15】

請求項1から請求項14までのいずれか一つに記載の流体軸受装置を備えるモータ。

【請求項16】

請求項15に記載のモータと、

前記モータを収容する内部空間を有するハウジングと、

前記ハウジングの前記内部空間において、前記モータに支持されるディスクと、

前記ディスクに対して情報の読み出しおよび書き込みの少なくとも一方を行うアクセス部と、

を備える、ディスク駆動装置。

【発明の詳細な説明】

40

【技術分野】

【0001】

本発明は、流体軸受装置、モータおよびディスク駆動装置に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、ハードディスクドライブ等のディスク駆動装置が知られている。ディスク駆動装置には、ディスクを回転させるためのモータが搭載されている。モータは、回転体と非回転体との間に動圧軸受を設けて、高速回転を行う。従来の回転装置については、例えば、特開2000-199520号公報に記載されている。当該公報の回転装置は、ラジアル固定部材と、ラジアル固定部材に対して回転可能な回転ユニットとを備える。ラジアル固

50

定部材と回転ユニットとに対向する動圧軸受部には、複数の動圧発生溝が等間隔に形成されている。複数の動圧発生溝それぞれは、溝の長さ、または、溝の深さが異なる。これにより、高速回転で安定した回転性能が得られる回転装置を実現している。

【特許文献 1】特開 2000 - 199520 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

特開 2000 - 199520 号公報に記載の回転装置では、動圧発生溝は、回転軸の周方向に等間隔に形成されている。動圧発生溝を等間隔に形成すると、その間隔に合った特定周波数の騒音が顕著に現れることがある。この場合、特開 2000 - 199520 号公報に記載の回転装置では、特定周波数の騒音を抑制できない。

10

【0004】

このような問題を鑑みて、本発明の目的は、回転部材の回転時に、特定周波数の騒音の発生を抑制する流体軸受装置、モータおよびディスク駆動装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記課題を解決するため、本発明は、流体軸受装置であって、静止部材と、前記静止部材に対して回転軸を中心に回転する回転部材と、を備え、前記静止部材の軸受面および前記回転部材の軸受面は、流体が充填された微小間隙を介して対向し、前記軸受面の少なくとも一方は、第 1 動圧溝列を有し、前記第 1 動圧溝列は、周方向に沿って、全て異なる間隔で配列された複数の第 1 動圧溝を有し、隣接する前記第 1 動圧溝の周方向の間隔は、不定である。

20

【発明の効果】

【0006】

本発明によれば、回転部材の回転時に、特定周波数の騒音の発生を抑制する。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図 1】図 1 は、本願の例示的な実施形態に係るディスク駆動装置の断面図である。

【図 2】図 2 は、図 1 のスピンドルモータの拡大図である。

【図 3】図 3 は、回転軸の上側から見た、スリーブの第 1 内周面の平面図である。

30

【図 4】図 4 は、不均等に配列した複数の第 1 動圧溝を説明するための図である。

【図 5】図 5 は、不均等に配列した複数の第 2 動圧溝を説明するための図である。

【図 6】図 6 は、回転軸を中心とした、第 1 動圧溝および第 2 動圧溝それぞれの配置角度を数値で表した図である。

【図 7】図 7 は、径方向から見た、スリーブの第 1 内周面および第 2 内周面の平面図である。

【図 8】図 8 は、流体軸受装置の別の構成例を示す図である。

【図 9】図 9 は、流体軸受装置の別の構成例を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

40

以下、本願の例示的な実施形態について、図面を参照しながら説明する。なお、本願では、「流体軸受装置」を備える「モータ」の一例として、スピンドルモータを例に挙げて説明する。また、モータの中心軸と平行な方向を「軸方向」、モータの中心軸に直交する方向を「径方向」、モータの中心軸を中心とする円弧に沿う方向を「周方向」、とそれぞれ称する。また、本願では、軸方向を上下方向とし、ベース部に対してステータユニット側を上として、各部の形状や位置関係を説明する。ただし、この上下方向の定義により、本願に係るモータ、およびディスク駆動装置の使用時の向きを限定する意図はない。

【0009】

また、本願において「平行な方向」とは、略平行な方向も含む。また、本願において「直交する方向」とは、略直交する方向も含む。

50

【 0 0 1 0 】

< 1 . ディスク駆動装置の構成 >

図 1 は、本願の例示的な実施形態に係るディスク駆動装置 1 0 0 の断面図である。

【 0 0 1 1 】

ディスク駆動装置 1 0 0 は、3枚の磁気ディスク 1 0 1 を回転させつつ、磁気ディスク 1 0 1 からの情報の読み出し、磁気ディスク 1 0 1 への情報の書き込みを行うハードディスク装置である。ディスク駆動装置 1 0 0 は、スピンドルモータ 1 と、3枚の磁気ディスク 1 0 1 と、3つのアクセス部 1 0 2 と、これらを収容するハウジング 1 0 3 とを備える。

【 0 0 1 2 】

ハウジング 1 0 3 は、ベース部 4 0 と、カバー部材 1 0 4 と、を有する。ベース部 4 0 は、後述のスピンドルモータ 1 の一部でもある。ベース部 4 0 は、例えば、鋳造にて成型される。ベース部 4 0 は、アルミダイキャストである。ベース部 4 0 は開口を有する。カバー部材 1 0 4 は、ベース部 4 0 の開口に嵌められる。これにより、ハウジング 1 0 3 が構成される。ハウジング 1 0 3 の内部空間には、後述するスピンドルモータ 1 のシャフト 1 0、回転部 2 0、およびステータユニット 3 0、が収容される。ベース部 4 0 とカバー部材 1 0 4 とは、ハウジング 1 0 3 内の気密性が損なわれないように、組み合わされる。

【 0 0 1 3 】

ハウジング 1 0 3 の内部空間には、空気よりも低密度の気体、例えば、ヘリウムガスが充填されている。ヘリウムガスが充填されることで、磁気ディスク 1 0 1 の回転時の風切り音等が低減する。なお、ハウジング 1 0 3 の内部空間には、水素ガス、空気等が充填されていてもよい。

【 0 0 1 4 】

複数の磁気ディスク 1 0 1 は、情報が記録される媒体である。複数の磁気ディスク 1 0 1 は、間に、スペーサ 1 0 5 と、スペーサ 1 0 6 とが配置され、上下方向に延びる回転軸 9 に沿って積層される。そして、複数の磁気ディスク 1 0 1 は、後に詳述するスピンドルモータ 1 に支持される。複数の磁気ディスク 1 0 1 は、スピンドルモータ 1 により、回転軸 9 を中心として回転する。

【 0 0 1 5 】

アクセス部 1 0 2 は、ヘッド 1 0 7 と、アーム 1 0 8 と、ヘッド移動機構 1 0 9 とを有する。ヘッド 1 0 7 は、磁気ディスク 1 0 1 の表面に接近して、磁気ディスク 1 0 1 に記録された情報の読み出し、および、磁気ディスク 1 0 1 への情報の書き込み、の少なくともいずれか一方を磁気的に行う。ヘッド 1 0 7 は、アーム 1 0 8 に支持される。アーム 1 0 8 は、ヘッド移動機構 1 0 9 に支持される。

【 0 0 1 6 】

< 2 . スピンドルモータの構成 >

図 2 は、図 1 のスピンドルモータ 1 の拡大図である。

【 0 0 1 7 】

スピンドルモータ 1 は、シャフト 1 0 と、環状部材 1 1 と、回転部 2 0 と、ステータユニット 3 0 と、ベース部 4 0 と、を有する。本願の例示的な各実施形態にかかるスピンドルモータ 1 は、三相モータである。

【 0 0 1 8 】

シャフト 1 0 は、回転軸 9 に沿って配置された、略円柱形状の部材である。シャフト 1 0 は、回転部 2 0 を、回転軸 9 を中心として回転可能に支持する。シャフト 1 0 は、例えば、ステンレス等の金属により形成される。シャフト 1 0 の上端部は、ハウジング 1 0 3 のカバー部材 1 0 4 に固定される。シャフト 1 0 の下端部は、ベース部 4 0 に固定される。

【 0 0 1 9 】

シャフト 1 0 の外周面には、2つの環状部材 1 1 が設けられる。2つの環状部材 1 1 は、軸方向に間隔を空けて、シャフト 1 0 の上下に設けられる。環状部材 1 1 は、シャフト

10

20

30

40

50

10の外周面から径方向外側に突出し、シャフト10に固定され、または、シャフト10と一体成形される部材である。なお、以下の説明では、シャフト10の軸方向上側に固定された環状部材11について説明する。

【0020】

環状部材11の外周面において、軸方向の略中央から上部の外周面11Aは、上向きに漸次小径となる。また、環状部材11の外周面において、軸方向の略中央から下部の外周面11Bは、下向きに漸次小径となる。シャフト10と、環状部材11と、により、本願の例示的な実施形態にかかる「静止部材」が構成される。

【0021】

回転部20は、シャフト10および環状部材11に対して、回転軸9を中心に回転する回転部材である。回転部20は、スリーブ21と、ロータハブ22と、クランプ部材23(図1参照)と、ロータマグネット24と、ヨーク25とを備える。

10

【0022】

スリーブ21は、回転軸9を中心として、シャフト10および環状部材11に対して、回転可能である。スリーブ21は、環状部材11の外周面11Bと対向する第1内周面21Aと、シャフト10の外周面と対向する第2内周面21Bと、を有する。スリーブ21の第1内周面21Aおよび第2内周面21Bと、シャフト10の外周面、および、環状部材11の外周面11Bとは、潤滑オイル等の流体が充填された微小間隙を介し対向する。第2内周面21Bは、径方向外側に窪む溝21Cを有する。溝21Cは、流体の界面安定用のための空気循環用の溝である。

20

【0023】

第1内周面21Aは、環状部材11の外周面11Bに対向するスラスト軸受面である。第2内周面21Bは、シャフト10の外周面に対向するラジアル軸受面である。第1内周面21Aおよび第2内周面21Bそれぞれには、流体の動圧を発生させるための動圧溝列が設けられる。動圧溝列は、後に詳述する。シャフト10と、環状部材11と、スリーブ21とで、本発明の「流体軸受装置」が構成される。

【0024】

スリーブ21の軸方向上側および軸方向下側それぞれには、スピンドルモータ1の外部への流体の漏洩を防ぐためにシール部材210が設けられる。シール部材210は、環状部材11、および、スリーブ21の上面および下面を覆い、スリーブ12に固定される。

30

【0025】

ロータハブ22は円筒状である。ロータハブ22は、スリーブ21に支持される。そして、ロータハブ22は、スリーブ21と共に、回転軸9を中心として回転する。スリーブ21とロータハブ22とは、一繋がり部材で形成されてもよいし、別部材であってもよい。スリーブ21およびロータハブ22の材料には、例えば、アルミニウム合金または強磁性ステンレス鋼等の金属が使用される。

【0026】

クランプ部材23は、ロータハブ22に支持される。図1に示すように、クランプ部材23は、ロータハブ22との間に、複数の磁気ディスク101を支持する。これにより、複数の磁気ディスク101は、回転部20に支持され、回転軸9を中心として回転する。

40

【0027】

ロータマグネット24は、ヨーク25を介して、ロータハブ22の内周面に固定される。ロータマグネット24は、回転軸9を中心とする円環形状をなす。ロータマグネット24の内周面は、周方向に沿ってN極とS極とが交互に配列された磁極面である。

【0028】

ステータユニット30は、ロータハブ22の径方向内側に配置される。ステータユニット30は、回転部20を回転させるトルクを発生させる。ステータユニット30は、複数のコイル31と、ステータコア32とを有する。

【0029】

ステータコア32は、回転軸9を中心とする円環状の磁性体が、複数積層された積層構

50

造体である。ステータコア 3 2 は、ベース部 4 0 に固定される。ステータコア 3 2 は、径方向外側に突出する複数のティースを有する。

【 0 0 3 0 】

複数のコイル 3 1 は、複数のティースに巻かれ、回転軸 9 を中心として環状に配置される。複数のコイル 3 1 は、3 つのコイル群により構成される。3 つのコイル群は、それぞれ U 相用、V 相用、W 相用である。各コイル群は、1 つの導線により構成される。コイル 3 1 およびステータコア 3 2 と、ロータマグネット 3 3 とは、径方向に対向する。コイル 3 1 に駆動電流が与えられると、径方向の磁束が発生する。発生した磁束は、ロータマグネット 3 3 の磁束と互いに作用し、回転軸 9 を中心として回転部 2 0 を回転させるためのトルクを発生させる。

10

【 0 0 3 1 】

< 3 . 動圧溝について >

< 3 . 1 . 第 1 内周面 2 1 A の動圧溝について >

【 0 0 3 2 】

図 3 は、回転軸 9 の上側から見た、スリーブ 2 1 の第 1 内周面 2 1 A の平面図である。

【 0 0 3 3 】

第 1 内周面 2 1 A には、第 1 動圧溝列 5 1 と、第 2 動圧溝列 5 2 とが設けられる。なお、第 1 動圧溝列 5 1 と第 2 動圧溝列 5 2 とは、同一の第 1 内周面 2 1 A 上に設けられるが、説明の便宜上、図 3 では、第 2 動圧溝列 5 2 は、破線で示す。

【 0 0 3 4 】

第 1 動圧溝列 5 1 は、複数（この例では、1 4 本）の第 1 動圧溝 5 1 1 を有する。第 1 動圧溝 5 1 1 は、第 1 端と、第 2 端とを繋ぐ線が曲線状となる三日月形状である。第 1 動圧溝 5 1 1 は、第 1 端が第 2 端よりも、径方向の内側に配置される。複数の第 1 動圧溝 5 1 1 は、周方向に沿って、不定な間隔で不均等に配列される。また、複数の第 1 動圧溝 5 1 1 それぞれは、図 3 に示す線分（A）に示すように、径方向において、一の第 1 動圧溝 5 1 1 の第 1 端と、他の少なくとも二つの第 1 動圧溝 5 1 1 とが重なって配置される。

20

【 0 0 3 5 】

ここで、「不定な間隔」とは、隣接する第 1 動圧溝 5 1 1 の周方向の間隔が一定でないことを言う。より詳しくは、隣接する第 1 動圧溝 5 1 1 の第 1 端近傍の間隔と、第 2 端近傍の間隔とが異なる。また、「不均等」とは、1 4 本の第 1 動圧溝 5 1 1 がすべて異なる間隔で周方向に配列されることを言う。「不均等」については、後に詳述する。

30

【 0 0 3 6 】

第 2 動圧溝列 5 2 は、複数（この例では、2 0 本）の第 2 動圧溝 5 2 1 を有する。第 2 動圧溝 5 2 1 は、第 1 端と、第 2 端とを繋ぐ線が曲線状となる三日月形状である。第 2 動圧溝 5 2 1 は、第 2 端が第 1 端よりも、径方向の外側に配置される。複数の第 2 動圧溝 5 2 1 は、第 1 動圧溝 5 1 1 よりも径方向外側において、周方向に沿って、不定な間隔で不均等に配列される。複数の第 2 動圧溝 5 2 1 それぞれは、複数の第 1 動圧溝 5 1 1 それぞれと不連続である。また、複数の第 2 動圧溝 5 2 1 それぞれは、図 3 に示す線分（B）に示すように、径方向において、一の第 1 動圧溝 5 1 1 の第 2 端と、少なくとも三つ（図 3 では 4 つ）の第 2 動圧溝 5 2 1 とが重なって配置される。

40

【 0 0 3 7 】

なお、スリーブ 2 1 の下側の第 1 内周面 2 1 A にも、図 3 と同様に、第 1 動圧溝列、および、第 2 動圧溝列が設けられている。

【 0 0 3 8 】

図 4 は、不均等に配列した複数の第 1 動圧溝 5 1 1 を説明するための図である。図 5 は、不均等に配列した複数の第 2 動圧溝 5 2 1 を説明するための図である。図 6 は、回転軸 9 を中心とした、第 1 動圧溝 5 1 1 および第 2 動圧溝 5 2 1 それぞれの配置角度を数値で表した図である。なお、図 4 では、第 2 動圧溝 5 2 1 の図示は省略している。また、図 5 では、第 1 動圧溝 5 1 1 の図示は省略している。

【 0 0 3 9 】

50

図6のカッコ書きの数値、例えば(1)等は、図4および図5のカッコ書きの数値に対応している。例えば、図4に示す(1)における角度は、 25.20° である。また、図5に示す(1)における角度は、 21.84° である。

【0040】

14本の第1動圧溝511は、回転軸9から特定の径方向を開始位置として、周方向に沿って、 25.20° 、 29.63° 、 21.32° 、 21.18° 、 33.12° 、 33.80° 、 22.56° 、 19.08° 、 22.42° 、 24.23° 、 29.69° 、 34.00° 、 25.69° 、 18.07° の間隔で配列される。本実施形態では、複数の第1動圧溝511の第1端が、上記間隔となっている。ただし、複数の第1動圧溝511の第2端が、上記間隔となってもよい。また、複数の第1動圧溝511の中心部が、上記間隔となってもよい。

10

【0041】

同様に、20本の第2動圧溝521は、回転軸9から特定の径方向を開始位置として、周方向に沿って、 21.84° 、 21.67° 、 19.77° 、 16.78° 、 14.27° 、 14.19° 、 16.88° 、 20.09° 、 20.83° 、 18.65° 、 16.26° 、 16.60° 、 19.38° 、 21.39° 、 20.08° 、 16.41° 、 13.68° 、 14.10° 、 17.00° 、 20.13° の間隔で配列される。本実施形態では、複数の第2動圧溝521の第2端が、上記間隔となっている。ただし、複数の第2動圧溝521の第1端が、上記間隔となってもよい。また、複数の第2動圧溝521の中心部が、上記間隔となってもよい。

20

【0042】

<3.2.第2内周面21Bの動圧溝について>

図7は、径方向内側から見た、スリーブ21の第1内周面21Aおよび第2内周面21Bの平面図である。図7では、シャフト10を破線で示す。また、第1動圧溝511および第2動圧溝521は、三日月形状であるが、図7では、直線状で示す。

【0043】

第2内周面21Bには、第3動圧溝列53が設けられる。第3動圧溝列53は、複数の第3動圧溝531が、周方向に沿って配列される。第3動圧溝531は、等間隔に配列されてもよいし、不等間隔に設けられてもよい。また、第3動圧溝531の形状は特に限定されない。また、第3動圧溝531の総数は、適宜変更可能であるが、第1動圧溝511の総数を N_1 、第2動圧溝521の総数を N_2 、第3動圧溝531の総数を N_3 で表すと、 $N_1 < N_3 < N_2$ を満たすことが好ましい。例えば、前記のように、第1動圧溝の総数が14本、第2動圧溝521の総数が20本である場合、第3動圧溝531の総数は、例えば15本である。

30

【0044】

以上のように、スリーブ21の第1内周面21Aおよび第2内周面21Bに、動圧溝を設けることで、スリーブ21とシャフト10および環状部材11とが微小間隙を介して接触することを抑制可能である。そして、スラスト軸受面である第1内周面21Aに、不定な間隔で不等配に複数の第1動圧溝511を設けることで、特定周波数の騒音の発生を抑制できる。また、スラスト軸受面である第1内周面21Aに、複数の第2動圧溝521を不定な間隔で不均等にさらに設けることで、第1動圧溝列51および第2動圧溝列52の双方について、特定周波数の騒音の発生を抑制できる。

40

【0045】

<4.変形例>

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明は、上記の実施形態に限定されるものではない。

【0046】

第1動圧溝511の数、および、第2動圧溝521の数は、実施形態の数値に限定されない。第1動圧溝511の数、および、第2動圧溝521の数は、スピンドルモータ1の回転数に応じて、適宜変更可能である。例えば、第1動圧溝511の総数を N 、スピンド

50

ルモータ 1 の回転数を R で表すと、総数 N は、 $500 < (R / 60) * N < 5000$ を満たすことが好ましい。第 2 動圧溝 5 2 1 についても同様である。

【 0 0 4 7 】

また、複数の第 1 動圧溝 5 1 1 を配列する間隔は、実施形態の数値に限定されない。複数の第 1 動圧溝 5 1 1 は、第 1 動圧溝 5 1 1 の総数を N で表すと、 $(360^\circ / N) \pm 10^\circ$ 、または、 $(360^\circ / N) \pm (150^\circ / N)$ の間隔で、周方向に沿って配列されていけばよい。第 2 動圧溝 5 2 1 についても同様である。

【 0 0 4 8 】

上記の実施形態では、第 1 動圧溝列 5 1 および第 2 動圧溝列 5 2 は、スリーブ 2 1 の第 1 内周面 2 1 A に設けられているが、環状部材 1 1 の外周面 1 1 B に設けられてもよい。また、第 3 動圧溝列 5 3 は、スリーブ 2 1 の第 2 内周面 2 1 B に設けられているが、シャフト 1 0 の外周面に設けられてもよい。

【 0 0 4 9 】

また、流体軸受装置の構成は、上記の実施形態に限定されない。例えば、流体軸受装置は、シャフト 1 0 が、回転軸 9 を中心として回転する構成であってもよい。以下に、流体軸受装置の 2 つの例を挙げる。図 8 および図 9 は、流体軸受装置の別の構成例を示す図である。

【 0 0 5 0 】

図 8 に示す流体軸受装置では、シャフト 1 0 の径方向外側に、微小間隙を介して、スリーブ 2 1 1 が配置される。また、シャフト 1 0 の下側に、キャップ 2 1 2 が配置される。シャフト 1 0 は、スリーブ 2 1 1 およびキャップ 2 1 2 により、回転可能に支持される。シャフト 1 0 の上側端部には、ロータハブ 2 2 が固定される。そして、シャフト 1 0 と、ロータハブ 2 2 とは共に回転する。対向する、シャフト 1 0 の外周面 1 0 A と、スリーブ 2 1 1 の内周面 2 1 1 A の一方には、第 3 動圧溝列が設けられる。第 3 動圧溝列は、軸方向において、間隔を空けた二か所に、設けられてもよいし、一か所にのみ設けられてもよい。

【 0 0 5 1 】

シャフト 1 0 の下側端部には、環状部材 1 1 1 が固定される。シャフト 1 0 と、環状部材 1 1 1 とは、別部材であってもよいし、単一の部材であってもよい。環状部材 1 1 1 の軸方向の上面 1 1 1 A は、スリーブ 2 1 1 の下面 2 1 1 B と微小間隙を介して対向する。また、環状部材 1 1 1 の軸方向の下面 1 1 1 B が、キャップ 2 1 2 の上面 2 1 2 A と微小間隙を介して対向する。環状部材 1 1 1 の上面 1 1 1 A と、スリーブ 2 1 1 の下面 2 1 1 B との一方には、第 1 動圧溝列および第 2 動圧溝列が設けられる。また、環状部材 1 1 1 の下面 1 1 1 B と、キャップ 2 1 2 の上面 2 1 2 A との一方にも、第 1 動圧溝列および第 2 動圧溝列が設けられる。

【 0 0 5 2 】

図 9 に示す流体軸受装置では、シャフト 1 0 の径方向外側に、微小間隙を介して、軸受ハウジング 2 1 1 およびスリーブ 2 1 が配置される。また、シャフト 1 0 の下側に、キャップ 2 1 2 が配置される。シャフト 1 0 は、スリーブ 2 1、軸受ハウジング 2 1 1 およびキャップ 2 1 2 により、回転可能に支持される。対向するシャフト 1 0 の外周面 1 0 A と、スリーブ 2 1 の内周面 2 1 D の一方には、第 3 動圧溝列が設けられる。

【 0 0 5 3 】

シャフト 1 0 の下端部は、径方向に突出する。突出した部分の上面 1 0 B は、スリーブ 2 1 の下面 2 1 E と、微小間隙を介して軸方向に対向する。また、シャフト 1 0 の下面 1 0 C と、キャップ 2 1 2 の上面 2 1 2 A とは、微小間隙を介して軸方向に対向する。シャフト 1 0 の下端部上面 1 0 B と、スリーブ 2 1 の下面 2 1 E との一方には、第 1 動圧溝列および第 2 動圧溝列が設けられる。また、シャフト 1 0 の下面 1 0 C と、キャップ 2 1 2 の上面 2 1 2 A との一方にも、第 1 動圧溝列および第 2 動圧溝列が設けられる。

【 0 0 5 4 】

上記の実施形態および変形例に登場した各要素を、矛盾が生じない範囲で、適宜に組み

10

20

30

40

50

合わせてもよい。

【産業上の利用可能性】

【0055】

本願は、流体軸受装置、モータおよびディスク駆動装置に利用できる。

【符号の説明】

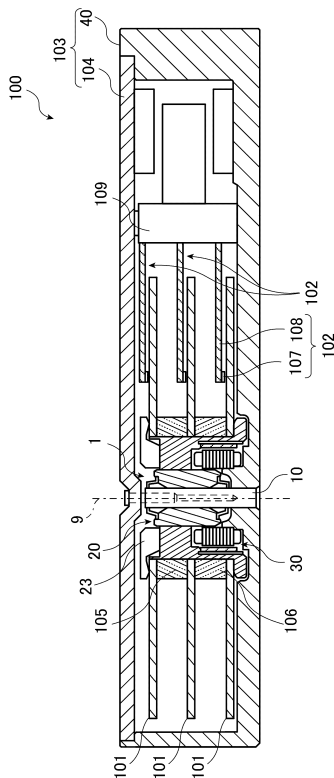
【0056】

- 1 : スピンドルモータ
- 9 : 回転軸
- 10 : シャフト
- 11 : 環状部材
- 20 : 回転部
- 21 : スリーブ
- 21A : 第1内周面
- 21B : 第2内周面
- 21C : 溝
- 30 : ステータユニット
- 51 : 第1動圧溝列
- 52 : 第2動圧溝列
- 53 : 第3動圧溝列
- 100 : ディスク駆動装置
- 511 : 第1動圧溝
- 521 : 第2動圧溝
- 531 : 第3動圧溝

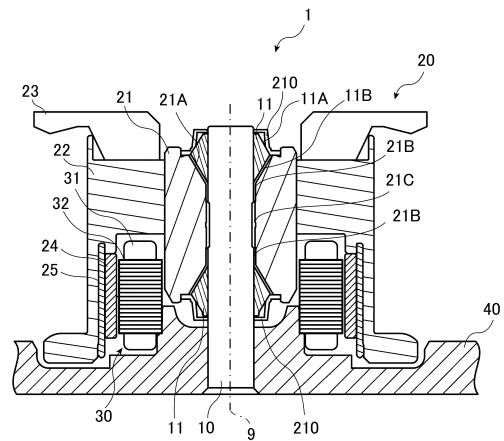
10

20

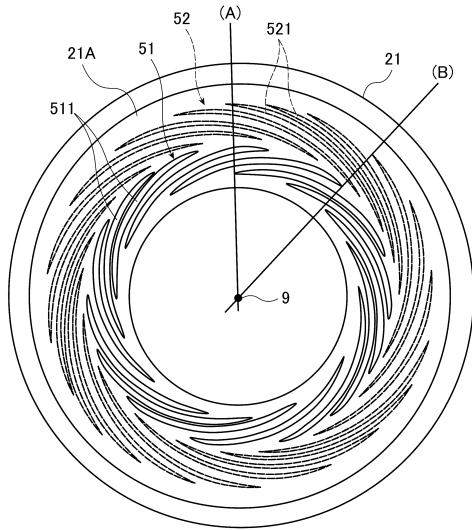
【図1】



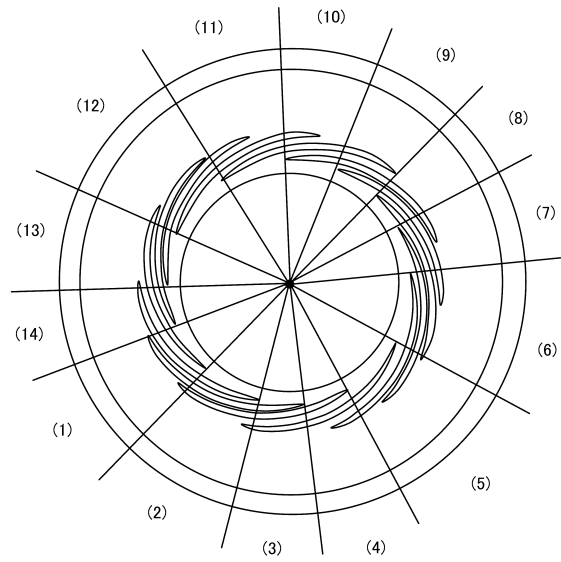
【図2】



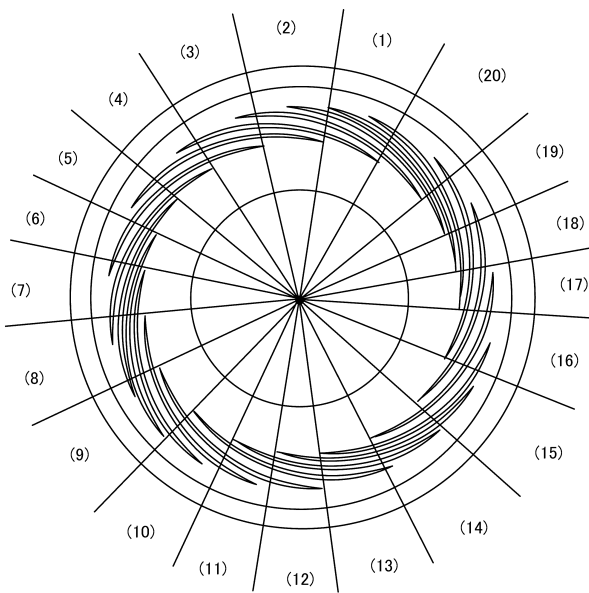
【 図 3 】



【 図 4 】



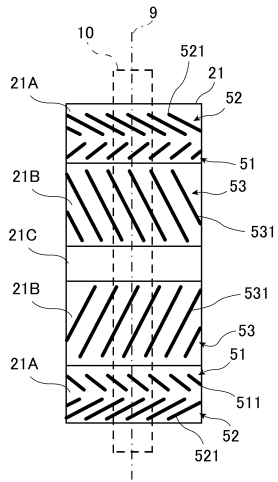
【 図 5 】



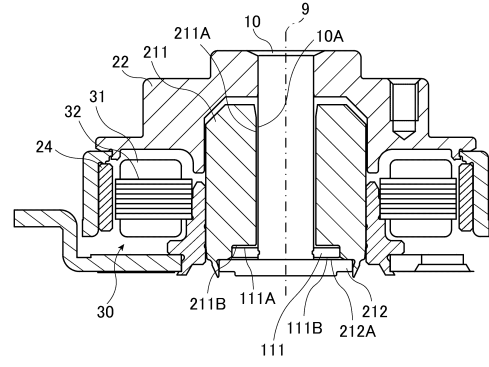
【 図 6 】

	第1動圧溝	第2動圧溝
(1)	25.20	21.84
(2)	29.63	21.67
(3)	21.32	19.77
(4)	21.18	16.78
(5)	33.12	14.27
(6)	33.80	14.19
(7)	22.56	16.88
(8)	19.08	20.09
(9)	22.42	20.83
(10)	24.23	18.65
(11)	29.69	16.26
(12)	34.00	16.60
(13)	25.69	19.38
(14)	18.07	21.39
(15)		20.08
(16)		16.41
(17)		13.68
(18)		14.10
(19)		17.00
(20)		20.13

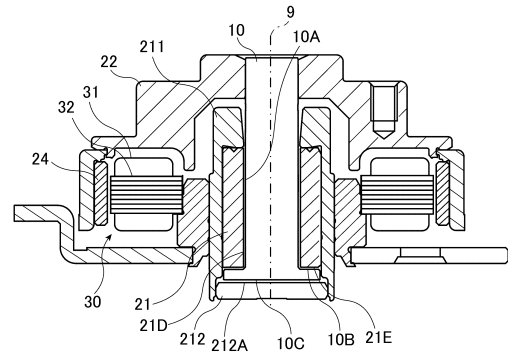
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 高橋 勝也

京都市南区久世殿城町338番地 日本電産株式会社内

審査官 中島 亮

(56)参考文献 特開2000-199520(JP, A)

特開2006-147129(JP, A)

米国特許出願公開第2010/0277831(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16C 17/00 - 17/26

F16C 33/00 - 33/28

G11B 19/20

H02K 7/08