

(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2013-145021

(P2013-145021A)

(43) 公開日 平成25年7月25日(2013.7.25)

(51) Int.Cl.			F I	テーマコード (参考)		
<b>F16C</b>	<b>17/10</b>	<b>(2006.01)</b>	F16C 17/10	A	3J011	
<b>H02K</b>	<b>7/08</b>	<b>(2006.01)</b>	H02K 7/08	A	5H605	
<b>H02K</b>	<b>5/16</b>	<b>(2006.01)</b>	H02K 5/16	Z	5H607	

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2012-6024 (P2012-6024)  
 (22) 出願日 平成24年1月16日 (2012.1.16)

(71) 出願人 508100033  
 サムスン電機ジャパンアドバンスドテクノロジー株式会社  
 静岡県藤枝市花倉430番地1  
 (74) 代理人 100105924  
 弁理士 森下 賢樹  
 (74) 代理人 100109047  
 弁理士 村田 雄祐  
 (74) 代理人 100109081  
 弁理士 三木 友由  
 (72) 発明者 鈴木 啓介  
 静岡県藤枝市花倉430番地1 アルファナテクノロジー株式会社内

最終頁に続く

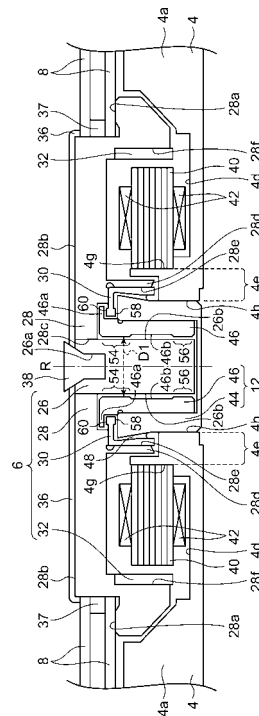
(54) 【発明の名称】 回転機器

(57) 【要約】

【課題】 回転機器の耐衝撃性を向上しつつ、それによる消費電力の増大を抑える。

【解決手段】 回転機器 1 は、回転体 6 を潤滑剤 4 8 を介して回転自在に支持する固定体を備える。スリーブ 4 6 の内周面 4 6 b には、回転体 6 の回転軸 R を環囲すると共に回転体 6 が回転するとき潤滑剤 4 8 に動圧を生成する帯状の第 1 ラジアル動圧溝形成領域 5 4 が形成される。第 1 ラジアル動圧溝形成領域 5 4 には、第 1 ラジアル動圧溝形成領域 5 4 を横切る方向に沿って第 1 ラジアル動圧溝形成領域 5 4 の両側から複数のラジアル動圧溝が形成される。第 1 ラジアル動圧溝形成領域 5 4 の一方の側から形成されるラジアル動圧溝は第 1 ラジアル動圧溝形成領域 5 4 の他方の側に近いほど浅く且つ狭くなるよう形成され、第 1 ラジアル動圧溝形成領域 5 4 の他方の側から形成されるラジアル動圧溝は第 1 ラジアル動圧溝形成領域 5 4 の一方の側に近いほど浅く且つ狭くなるよう形成される。

【選択図】 図 2



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

回転体を潤滑剤を介して回転自在に支持する固定体を備える回転機器であって、  
前記潤滑剤が充填される隙間を形成する前記回転体の面および前記固定体の面のうちのいずれか一方には、前記回転体の回転軸を環囲すると共に前記回転体が回転するとき前記潤滑剤に動圧を生成する帯状の領域が形成され、

前記帯状の領域には、前記帯状の領域を横切る方向に沿って前記帯状の領域の両側から複数の溝が形成され、

前記帯状の領域の一方の側から形成される溝は前記帯状の領域の他方の側に近いほど浅く且つ狭くなるよう形成され、

前記帯状の領域の他方の側から形成される溝は前記帯状の領域の一方の側に近いほど浅く且つ狭くなるよう形成されることを特徴とする回転機器。

10

## 【請求項 2】

前記複数の溝は、圧電素子を用いて刃先が半径方向に駆動される刃物で切削加工された圧電加工面を有することを特徴とする請求項 1 に記載の回転機器。

## 【請求項 3】

前記帯状の領域は回転軸と略平行となるよう形成され、

前記複数の溝は周方向に規則的に配列されることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の回転機器。

## 【請求項 4】

前記帯状の領域が延在する方向と前記帯状の領域を横切る方向とがなす角度は 10 度から 30 度の範囲内にあり、

前記帯状の領域は回転軸を中心とした円筒状の領域であってその直径は 1.5 mm から 4.5 mm の範囲内にあり、

前記複数の溝は前記帯状の領域の中央を通る線に対して対称となるよう形成され、

前記帯状の領域の一方の側から形成される溝の数は 8 本から 12 本の範囲内にあり、

前記帯状の領域の一方の側から形成される溝は、当該一方の側の端部における溝の深さが 4  $\mu$ m から 8  $\mu$ m の範囲内となるよう、且つ、前記帯状の領域の他方の側の端部における溝の深さが 2  $\mu$ m から 3.5  $\mu$ m の範囲内となるよう形成されることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の回転機器。

20

30

## 【請求項 5】

前記複数の溝は周方向に規則的に配列され、

前記帯状の領域の一方の側から形成される溝は、当該一方の側の端部における溝のピッチに対する溝の幅の比が 0.50 から 0.80 の範囲内となるよう、且つ、前記帯状の領域の他方の側の端部における溝のピッチに対する溝の幅の比が 0.10 から 0.30 の範囲内となるよう形成されることを特徴とする請求項 4 に記載の回転機器。

## 【請求項 6】

前記帯状の領域の一方の側から形成される溝と前記帯状の領域の他方の側から形成される溝とは軸方向に離間していることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれかに記載の回転機器。

40

## 【請求項 7】

前記帯状の領域の一方の側から形成される溝は、

前記帯状の領域の他方の側の端部における溝の深さが、一方の側の端部における溝の深さの 2/3 未満となり、かつ、

前記帯状の領域の他方の側の端部における溝の深さに対する幅の比率が、一方の側の端部における溝の深さに対する幅の比率の 0.67 倍から 1.50 倍となるよう形成されることを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれかに記載の回転機器。

## 【請求項 8】

回転体を潤滑剤を介して回転自在に支持する固定体を備える回転機器であって、

前記潤滑剤が充填される隙間を形成する前記回転体の面および前記固定体の面のうちの

50

いずれか一方には、前記回転体の回転軸を環囲すると共に前記回転体が回転するとき前記潤滑剤に動圧を生成する帯状の領域が形成され、

前記帯状の領域には、前記帯状の領域を横切る方向に沿って前記帯状の領域の一方の側から他方の側に向かって複数の溝が形成され、

前記帯状の領域の一方の側から形成される溝は前記帯状の領域の他方の側に近いほど浅く且つ狭くなるよう形成されることを特徴とする回転機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、回転体を潤滑剤を介して回転自在に支持する固定体を備える回転機器に関する。

10

【背景技術】

【0002】

ハードディスクドライブなどのディスク駆動装置は、小型化、大容量化が進み、種々の電子機器に搭載されている。特にノートパソコンや携帯型音楽再生機器などの携帯型の電子機器へのディスク駆動装置の搭載が進んでいる。

【0003】

ディスク駆動装置の軸受として流体動圧軸受 (Fluid Dynamic Bearing) が知られている。この流体動圧軸受では、回転体と固定体との隙間に潤滑剤が注入され、回転体が固定体に対して回転するときに潤滑剤に生じる動圧によって回転体と固定体との非接触状態が維持される (例えば、特許文献1、2参照)。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2010-131732号公報

【特許文献2】特開2011-58595号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ディスクに対するヘッドの位置がずれるとリード/ライトエラーが生じうるので、ディスク駆動装置では耐衝撃性を高めることが重要である。特に携帯型の電子機器に搭載されるディスク駆動装置に対しては、デスクトップPC (Personal Computer) などの据置型の電子機器に搭載されるものと比べて、落下などの衝撃にも耐えうるように耐衝撃性のさらなる向上が求められている。

30

【0006】

流体動圧軸受を採用するディスク駆動装置の耐衝撃性を高めるためのひとつの手法は、ラジアル動圧を高めてラジアル剛性を強化することである。しかしながら一般に、ラジアル動圧を高めると、その分消費電力も増大する。特に携帯型の電子機器はバッテリー駆動であることが多いから、そのように消費電力の大きなディスク駆動装置を搭載すると、使用可能時間が短くなりうる。

40

【0007】

また、耐衝撃性の向上と消費電力の低減とが相反するという課題は携帯型の電子機器に搭載されるディスク駆動装置に限らず、任意の回転機器でも起こりうる。

【0008】

本発明はこうした状況に鑑みてなされたものであり、その目的は耐衝撃性を向上しつつ、それによる消費電力の増大を抑えることができる回転機器の提供にある。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明のある態様は、回転機器に関する。この回転機器は、回転体を潤滑剤を介して回転自在に支持する固定体を備える回転機器であって、潤滑剤が充填される隙間を形成する

50

回転体の面および固定体の面のうちのいずれか一方には、回転体の回転軸を環囲すると共に回転体が回転するとき潤滑剤に動圧を生成する帯状の領域が形成され、帯状の領域には、帯状の領域を横切る方向に沿って帯状の領域の両側から複数の溝が形成され、帯状の領域の一方の側から形成される溝は帯状の領域の他方の側に近いほど浅く且つ狭くなるよう形成され、帯状の領域の他方の側から形成される溝は帯状の領域の一方の側に近いほど浅く且つ狭くなるよう形成される。

【0010】

この態様によると、効率良く動圧を生成できる。

【0011】

本発明の別の態様もまた、回転機器である。この回転機器は、回転体を潤滑剤を介して回転自在に支持する固定体を備える回転機器であって、潤滑剤が充填される隙間を形成する回転体の面および固定体の面のうちのいずれか一方には、回転体の回転軸を環囲すると共に回転体が回転するとき潤滑剤に動圧を生成する帯状の領域が形成され、帯状の領域には、帯状の領域を横切る方向に沿って帯状の領域の一方の側から他方の側に向かって複数の溝が形成され、帯状の領域の一方の側から形成される溝は帯状の領域の他方の側に近いほど浅く且つ狭くなるよう形成される。

10

【0012】

なお、以上の構成要素の任意の組み合わせや、本発明の構成要素や表現を方法、装置、システムなどの間で相互に置換したものもまた、本発明の態様として有効である。

【発明の効果】

20

【0013】

本発明によれば、回転機器の耐衝撃性を向上しつつ、それによる消費電力の増大を抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】図1(a)、(b)は、実施の形態に係る回転機器を示す上面図および側面図である。

【図2】図1(a)のA-A線断面図である。

【図3】図2の第1ラジアル動圧溝形成領域の展開図である。

【図4】図3のB-B線断面図である。

30

【図5】図5(a)~(d)は、ラジアル動圧溝をラジアル動圧溝形成領域が延在する方向に切断したときの断面図である。

【図6】代表的なシミュレーション結果を示す等高線図である。

【図7】代表的なシミュレーション結果を示す等高線図である。

【図8】変形例に係る第1ラジアル動圧溝形成領域の展開図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

以下、各図面に示される同一または同等の構成要素、部材には、同一の符号を付するものとし、適宜重複した説明は省略する。また、各図面における部材の寸法は、理解を容易にするために適宜拡大、縮小して示される。また、各図面において実施の形態を説明する上で重要ではない部材の一部は省略して表示する。

40

【0016】

実施の形態に係る回転機器は軸受として流体動圧軸受を採用する。回転機器は、回転体と、回転体を潤滑剤を介して回転自在に支持する固定体と、を備える。回転機器の回転時に潤滑剤に動圧を発生させる動圧溝は、端から中央に向けて先細りとなるよう形成される。これにより、より効率よく動圧を発生できる。

【0017】

図1(a)、(b)は、実施の形態に係る回転機器1を示す上面図および側面図である。図1(a)は、回転機器1の上面図である。図1(a)では、回転機器1の内側の構成を示すため、トップカバー2を外した状態が示される。回転機器1は、ベース4と、回転

50

体 6 と、磁気記録ディスク 8 と、データリード/ライト部 10 と、トップカバー 2 と、を備える。

以降ベース 4 に対して回転体 6 が搭載される側を上側として説明する。

【 0 0 1 8 】

磁気記録ディスク 8 は、直径が 95 mm のガラス製の 3.5 インチ型磁気記録ディスクであり、その中央の孔の直径は 25 mm、厚みは 1.27 mm である。回転機器 1 はそのような磁気記録ディスク 8 を 2 枚搭載している。

各磁気記録ディスク 8 は、回転体 6 に載置され、回転体 6 の回転に伴って回転する。回転体 6 は、図 1 ( a ) では図示しない軸受ユニット 12 を介してベース 4 に対して回転可能に取り付けられる。

10

【 0 0 1 9 】

ベース 4 は、回転機器 1 の底部を形成する底板部 4 a と、磁気記録ディスク 8 の載置領域を囲むように底板部 4 a の外周に沿って形成された外周壁部 4 b と、を有する。外周壁部 4 b の上面 4 c には、6 つのねじ穴 22 が設けられる。

【 0 0 2 0 】

データリード/ライト部 10 は、記録再生ヘッド ( 不図示 ) と、スイングアーム 14 と、ボイスコイルモータ 16 と、ピボットアセンブリ 18 と、を含む。記録再生ヘッドは、スイングアーム 14 の先端部に取り付けられ、磁気記録ディスク 8 にデータを記録し、磁気記録ディスク 8 からデータを読み取る。ピボットアセンブリ 18 は、スイングアーム 14 をベース 4 に対してヘッド回転軸 S の周りに揺動自在に支持する。ボイスコイルモータ 16 は、スイングアーム 14 をヘッド回転軸 S の周りに揺動させ、記録再生ヘッドを磁気記録ディスク 8 の上面上の所望の位置に移動させる。ボイスコイルモータ 16 およびピボットアセンブリ 18 は、ヘッドの位置を制御する公知の技術を用いて構成される。

20

【 0 0 2 1 】

図 1 ( b ) は回転機器 1 の側面図である。トップカバー 2 は、6 つのねじ 20 を用いてベース 4 の外周壁部 4 b の上面 4 c に固定される。6 つのねじ 20 は、6 つのねじ穴 22 にそれぞれ対応する。特にトップカバー 2 と外周壁部 4 b の上面 4 c とは、それらの接合部分から回転機器 1 の内側へリークが生じないように互いに固定される。

【 0 0 2 2 】

図 2 は、図 1 ( a ) の A - A 線断面図である。回転体 6 は、シャフト 26 と、ハブ 28 と、フランジ 30 と、円筒状マグネット 32 と、クランパ 36 と、を含む。ハブ 28 のディスク載置面 28 a 上に磁気記録ディスク 8 が載置される。シャフト 26 の上端面にはディスク固定用ねじ穴 26 a が設けられている。クランパ 36 は、ディスク固定用ねじ穴 26 a に螺合されるディスク固定用ねじ 38 によってハブ 28 の上面 28 b に圧着されると共に、2 枚の磁気記録ディスク 8 のうちの上側の磁気記録ディスク 8 をスペーサ 37 に押しつける。スペーサ 37 は下側の磁気記録ディスク 8 をハブ 28 のディスク載置面 28 a に押しつける。

30

【 0 0 2 3 】

ハブ 28 は、軟磁性を有する例えば SUS 430F 等の鉄鋼材料から形成される。ハブ 28 は、鉄鋼板を例えばプレス加工や切削加工することにより形成され、略カップ状の所定の形状に形成される。ハブ 28 の鉄鋼材料としては、例えば、大同特殊鋼株式会社が供給する商品名 DHS 1 のステンレスはアウトガスが少なく、加工容易である点で好ましい。また、同様に同社が供給する商品名 DHS 2 のステンレスはさらに耐食性が良好な点でより好ましい。

40

【 0 0 2 4 】

シャフト 26 は、ハブ 28 の中心に設けられた孔 28 c であって回転体 6 の回転軸 R と同軸に設けられた孔 28 c に圧入と接着とを併用した状態で固着される。フランジ 30 は円環形状を有し、フランジ 30 の断面は逆 L 字形状を有する。フランジ 30 は、ハブ 28 の下垂部 28 d の内周面 28 e に接着により固定される。

【 0 0 2 5 】

50

円筒状マグネット 3 2 は、ハブ 2 8 の内側の円筒面に相当する円筒状内周面 2 8 f に接着固定される。円筒状マグネット 3 2 は、ネオジウム、鉄、ホウ素などの希土類材料によって形成され、積層コア 4 0 の 1 2 本の突極と半径方向に対向する。円筒状マグネット 3 2 にはその周方向（回転軸 R を中心とし回転軸 R に垂直な円の接線方向）に 1 6 極の駆動用着磁が施される。円筒状マグネット 3 2 の表面には電着塗装やスプレー塗装などによる防錆処理が施される。

【 0 0 2 6 】

ベース 4、積層コア 4 0、コイル 4 2、ハウジング 4 4 およびスリーブ 4 6 は回転機器 1 の固定体を構成する。積層コア 4 0 は円環部とそこから半径方向（すなわち回転軸 R に直交する方向）外向きに伸びる 1 2 本の突極とを有し、ベース 4 の上面 4 d 側に固定される。積層コア 4 0 は、7 枚の薄型電磁鋼板を積層シカシメにより一体化して形成される。積層コア 4 0 の表面には電着塗装や粉体塗装などによる絶縁塗装が施される。それぞれの突極にはコイル 4 2 が巻回される。このコイル 4 2 に 3 相の略正弦波状の駆動電流が流れることにより突極に沿って駆動磁束が発生する。ベース 4 の上面 4 d には、回転体 6 の回転軸 R を中心とする円環状の環状壁部 4 e が設けられる。積層コア 4 0 は環状壁部 4 e の外周面 4 g に圧入されもしくは隙間ばめによって接着固定される。

10

【 0 0 2 7 】

ベース 4 には、回転体 6 の回転軸 R を中心とする貫通孔 4 h が設けられる。軸受ユニット 1 2 は、ハウジング 4 4 と、スリーブ 4 6 と、を含み、回転体 6 をベース 4 に対して回転自在に支持する。ハウジング 4 4 はベース 4 の貫通孔 4 h に接着により固定される。ハウジング 4 4 は、円筒部と底部とが一体に形成された有底カップ形状を有し、その底部を下にしてベース 4 に対して接着固定される。

20

【 0 0 2 8 】

スリーブ 4 6 は、ハウジング 4 4 の内側の側面に接着により固定される円筒状の部材である。スリーブ 4 6 の上端には半径方向外向きに張り出した張出部 4 6 a が形成されている。この張出部 4 6 a は、フランジ 3 0 と協働して回転体 6 の軸方向すなわち回転軸方向の移動を制限する。

スリーブ 4 6 にはシャフト 2 6 が収まる。シャフト 2 6 およびハブ 2 8 およびフランジ 3 0 を含む回転体 6 の一部と軸受ユニット 1 2 との隙間には潤滑剤 4 8 が充填される。

【 0 0 2 9 】

スリーブ 4 6 の内周面 4 6 b には、互いに上下に離間した第 1 ラジアル動圧溝形成領域 5 4 と第 2 ラジアル動圧溝形成領域 5 6 とが形成される。第 1 ラジアル動圧溝形成領域 5 4、第 2 ラジアル動圧溝形成領域 5 6 のいずれにもラジアル動圧溝が形成される。第 1 ラジアル動圧溝形成領域 5 4 は回転軸 R を環囲する帯状の領域であり、回転軸 R と略平行となるよう形成される。すなわち、第 1 ラジアル動圧溝形成領域 5 4 は回転軸 R を中心とした円筒状の領域である。したがって、第 1 ラジアル動圧溝形成領域 5 4 が延在する方向は周方向である。第 2 ラジアル動圧溝形成領域 5 6 についても同様である。

30

回転体 6 が回転するとき、第 1 ラジアル動圧溝形成領域 5 4 および第 2 ラジアル動圧溝形成領域 5 6 に形成されたラジアル動圧溝が潤滑剤 4 8 に生成する動圧によって、回転体 6 は半径方向に固定体と非接触に支持される。

40

【 0 0 3 0 】

ハウジング 4 4 の上面に対向するフランジ 3 0 の下面には、第 1 スラスト動圧溝形成領域 5 8 が形成される。張出部 4 6 a の下面に対向するフランジ 3 0 の上面には、第 2 スラスト動圧溝形成領域 6 0 が形成される。第 1 スラスト動圧溝形成領域 5 8、第 2 スラスト動圧溝形成領域 6 0 のいずれにもスラスト動圧溝が形成される。第 1 スラスト動圧溝形成領域 5 8 は回転軸 R を環囲する帯状の領域であり、軸方向と略直交するよう形成される。すなわち、第 1 スラスト動圧溝形成領域 5 8 は回転軸 R を中心とした円板状の領域である。したがって、第 1 スラスト動圧溝形成領域 5 8 が延在する方向は周方向である。第 2 スラスト動圧溝形成領域 6 0 についても同様である。

回転体 6 が回転するとき、第 1 スラスト動圧溝形成領域 5 8 および第 2 スラスト動圧溝

50

形成領域 60 に形成されたスラスト動圧溝が潤滑剤 48 に生成する動圧によって、回転体 6 は軸方向に固定体と非接触に支持される。

【0031】

なお、第 1 ラジアル動圧溝形成領域 54 および第 2 ラジアル動圧溝形成領域 56 のうちの少なくとも一方を、スリーブ 46 の内周面 46b の代わりにシャフト 26 の外周面 26b に形成してもよい。また、第 1 スラスト動圧溝形成領域 58 をハウジング 44 の上面に形成してもよく、第 2 スラスト動圧溝形成領域 60 を張出部 46a の下面に形成してもよい。

【0032】

図 3 は、第 1 ラジアル動圧溝形成領域 54 の展開図である。第 1 ラジアル動圧溝形成領域 54 のラジアル動圧溝は、周方向 A1 に規則的に配列されると共に、第 1 ラジアル動圧溝形成領域 54 を上下に略 2 等分する中央線 68 に対して略対称となるよう形成される。特に、第 1 ラジアル動圧溝形成領域 54 には略同一形状のラジアル動圧溝が略等間隔に配置され、かつ、第 1 ラジアル動圧溝形成領域 54 は中央線 68 を対称軸とする線対称性を有する。第 1 ラジアル動圧溝形成領域 54 は中央線 68 を境に上側形成領域 70 と下側形成領域 72 とに分割される。上側形成領域 70 の幅 L1 と下側形成領域 72 の幅 L2 とは略等しい。

10

【0033】

上側形成領域 70 には、第 1 ラジアル動圧溝形成領域 54 の上側の縁 62 から中央線 68 に向けて 10 本の上側ラジアル動圧溝 64 が形成される。各上側ラジアル動圧溝 64 は、上側形成領域 70 を横切る方向すなわち周方向 A1 と第 1 溝角度  $\theta_1$  をなして交差する上側交差方向 A2 に沿って形成される。各上側ラジアル動圧溝 64 は、下側の縁 66 に近いほど浅く且つ狭くなるよう形成される。言い換えると、各上側ラジアル動圧溝 64 は、下側の縁 66 に近いほど、ラジアル動圧溝形成領域が延在する方向 A1 の断面における断面積が小さくなるよう形成される。

20

【0034】

溝のピッチ P は、周方向 A1 で隣接する 2 つの上側ラジアル動圧溝 64 間の周方向 A1 における距離である。溝の幅 W は、1 つの上側ラジアル動圧溝 64 についての、周方向 A1 における溝のエッジ 64a、64b 間の距離である。各上側ラジアル動圧溝 64 は、溝のピッチ P に対する溝の幅 W の比 ( $W/P$ 、以下、溝比と称す) が下側の縁 66 に近いほど小さくなるよう形成される。上側の縁 62 における溝のピッチを P1、溝の幅を W1 と表記し、中央線 68 における溝のピッチを P2、溝の幅を W2 と表記する。本実施の形態では、溝のピッチ P を変えずに溝の幅 W を変えることで上記の溝比の変化を実現する。すなわち、 $P1 = P2$  であり、 $W1 > W2$  である。

30

【0035】

下側形成領域 72 には、第 1 ラジアル動圧溝形成領域 54 の下側の縁 66 から中央線 68 に向けて 10 本の下側ラジアル動圧溝 74 が形成される。各下側ラジアル動圧溝 74 は、下側形成領域 72 を横切る方向すなわち周方向 A1 と第 2 溝角度  $\theta_2$  をなして交差する下側交差方向 A3 に沿って形成される。第 1 溝角度  $\theta_1$  と第 2 溝角度  $\theta_2$  との和は 180 度に略等しい。各下側ラジアル動圧溝 74 は、上側の縁 62 に近いほど浅く且つ狭くなるよう形成される。言い換えると、下側ラジアル動圧溝 74 は、上側の縁 62 に近いほど、ラジアル動圧溝形成領域が延在する方向 A1 の断面における断面積が小さくなるよう形成される。

40

【0036】

下側ラジアル動圧溝 74 の溝のピッチおよび溝の幅については、上側ラジアル動圧溝 64 のものと同様である。

各上側ラジアル動圧溝 64 の下側の縁 66 側の端部と、その上側ラジアル動圧溝 64 と対応する下側ラジアル動圧溝 74 の上側の縁 62 側の端部と、は中央線 68 において連結されている。以下、連結されている上側ラジアル動圧溝 64 と下側ラジアル動圧溝 74 とをまとめてラジアル動圧溝と称す場合がある。

50

## 【 0 0 3 7 】

図 4 は、図 3 の B - B 線断面図である。図 4 の C は図 3 の C 点に対応し、下側ラジアル動圧溝 7 4 と下側の縁 6 6 とが交わる箇所に対応する。図 4 の D は図 3 の D 点に対応し、下側ラジアル動圧溝 7 4 と中央線 6 8 とが交わる箇所に対応する。図 4 の破線は、第 1 ラジアル動圧溝形成領域 5 4 のうちラジアル動圧溝が設けられていないランド部分 7 6 に対応する。

## 【 0 0 3 8 】

溝の深さ D E は、ランド部分 7 6 から下側ラジアル動圧溝 7 4 の底面 7 4 c までの半径方向 A 4 における距離である。各下側ラジアル動圧溝 7 4 は、溝の深さ D E が上側の縁 6 2 に近いほど小さくなるよう形成される。下側の縁 6 6 における溝の深さを D E 1 と表記し、中央線 6 8 における溝の深さを D E 2 と表記する。各下側ラジアル動圧溝 7 4 の溝の深さ D E は、上側の縁 6 2 に近づくとつれて、D E 1 から D E 2 まで線形的に変化する。

上側ラジアル動圧溝 6 4 の溝の深さについても同様である。

## 【 0 0 3 9 】

図 5 ( a ) ~ ( d ) は、ラジアル動圧溝をラジアル動圧溝形成領域が延在する方向に切断したときの断面図である。図 5 ( a ) は図 3 の E - E 線断面図である。下側ラジアル動圧溝 7 4 は略矩形の断面を有する。下側ラジアル動圧溝 7 4 の溝のエッジ 7 4 a、7 4 b は略直角に形成されている。上側ラジアル動圧溝 6 4 についても同様である。

なお、図 5 ( a ) ~ ( d ) は、溝形状の理解を容易にするために、溝の深さ方向の拡大率を溝の幅方向の拡大率より大きく描いている。

## 【 0 0 4 0 】

図 5 ( b ) ~ ( d ) は、下側ラジアル動圧溝の断面の変形例を示す。図 5 ( b ) を参照すると、下側ラジアル動圧溝 1 1 4 は略 U 字型あるいは略円弧状の断面を有する。図 5 ( c ) を参照すると、下側ラジアル動圧溝 1 2 4 は略 V 字型あるいは略逆台形状の断面を有する。図 5 ( d ) を参照すると、下側ラジアル動圧溝 1 3 4 は略平行四辺形型の断面を有する。このように非対称な断面も可能である。これらのどの場合であっても、溝の深さ D E はランド部分 7 6 と溝の底面との距離として定義される。一方、溝の幅 W は、図 5 ( a ) ~ ( d ) に示されるように、周方向 A 1 における溝のエッジとエッジとの間の距離として定義され、特に、ランド部分 7 6 との境界付近の加工上の「ダレ」を除いた実質的な距離として定義される。

## 【 0 0 4 1 】

特に、圧電素子を用いて刃先が半径方向に駆動される刃物を使用して、ラジアル動圧溝が切削加工される場合、そのようなラジアル動圧溝は図 5 ( a ) ~ ( c ) に代表される圧電加工面を有する。その加工方法による場合は、図 5 ( b ) に代表される円弧状の断面を有する圧電加工面は形成が容易である点で好ましい。

## 【 0 0 4 2 】

ラジアル動圧溝の深さに対する幅の比率に関して、上側ラジアル動圧溝 6 4 は、下側の縁 6 6 側の端部における溝の深さ D E 2 が、上側の縁 6 2 側の端部における溝の深さ D E 1 の  $2/3$  未満となり、かつ、下側の縁 6 6 側の端部における溝の深さ D E 2 に対する幅 W 2 の比率が、上側の縁 6 2 側の端部における溝の深さ D E 1 に対する幅 W 1 の比率の  $0.67$  倍から  $1.50$  倍となるよう形成される。上側ラジアル動圧溝 6 4 の途中のいずれにおいても、溝の深さに対する幅の比率は、上側の縁 6 2 側の端部における溝の深さ D E 1 に対する幅 W 1 の比率の  $0.67$  倍から  $1.50$  倍となるよう形成される。なお、下側ラジアル動圧溝 7 4 も同じ比率で形成される。

例えば、溝の深さに対する幅の比率を一定、すなわち断面形状を相似形として、中央線 6 8 に近づくとしたがって浅く形成するようにしてもよい。

## 【 0 0 4 3 】

第 2 ラジアル動圧溝形成領域 5 6、第 1 スラスト動圧溝形成領域 5 8 および第 2 スラスト動圧溝形成領域 6 0 はそれぞれ第 1 ラジアル動圧溝形成領域 5 4 と同様に構成される。あるいはまた、第 1 スラスト動圧溝形成領域 5 8 および第 2 スラスト動圧溝形成領域 6 0

10

20

30

40

50

にはスパイラル形状のスラスト動圧溝が形成されてもよい。

なお、動圧溝がスパイラル形状の場合は、動圧溝が形成される領域の一方の側から形成される溝は当該領域の他方の側に近いほど浅く且つ狭くなるよう形成される。またスラスト動圧溝の場合は、スラスト動圧溝が形成される領域は円板状に設けられるので、溝比は円周方向に沿ったピッチの弧の長さに対する溝部分の弧の長さの比に相当する。スラスト動圧溝がスパイラル形状の場合は、スラスト動圧溝形成領域の半径方向で外側から内側に向かって溝を浅く且つ狭く形成することができる。あるいは、スラスト動圧溝形成領域の半径方向で内側から外側に向かって溝を浅く且つ狭く形成することができる。これらの場合でも、効率よく動圧を発生できる。

【0044】

以上のように構成された回転機器1の動作を説明する。磁気記録ディスク8を回転させるために、3相の駆動電流がコイル42に供給される。その駆動電流がコイル42を流れることにより、12本の突極に沿って駆動磁束が発生する。この駆動磁束によって円筒状マグネット32にトルクが与えられ、回転体6およびそれに嵌合された磁気記録ディスク8が回転する。

【0045】

本実施の形態に係る回転機器1によると、各上側ラジアル動圧溝64は下側の縁66に近いほど浅く且つ狭くなるよう形成され、かつ、各下側ラジアル動圧溝74は上側の縁62に近いほど浅く且つ狭くなるよう形成される。したがって、回転体6が回転するとき中央線68付近に発生する動圧をより高めることができる。これにより、より小さな駆動電流でより高い動圧を得ることができる。

【0046】

このような動圧増大作用は、直感的には、回転体6の回転時に上側の縁62側から上側ラジアル動圧溝64に吸い込まれた潤滑剤48が中央線68に向けて進むにつれて圧縮されていくことから理解される(下側ラジアル動圧溝74に吸い込まれる潤滑剤48についても同様である)。潤滑剤48の吸い込み作用により発生する圧力に、このような圧縮作用による圧力が相乗されるので、より高い動圧が発生すると考えられる。

【0047】

本実施の形態に係る回転機器1では、第2ラジアル動圧溝形成領域56、第1スラスト動圧溝形成領域58および第2スラスト動圧溝形成領域60のいずれも第1ラジアル動圧溝形成領域54と同様に構成されるので、そのそれぞれにおいて、より小さな駆動電流でより高い動圧を得ることができる。

【0048】

その結果、例えば、第1ラジアル動圧溝形成領域54や第2ラジアル動圧溝形成領域56におけるラジアル剛性を強化して耐衝撃性を向上しつつ、それによる消費電力の増大を抑えることが可能となる。

【0049】

本発明者は本実施の形態に係る回転機器1の動圧増大作用を確かめるため、以下の条件でシミュレーションを行った。

- ・第1溝角度  $\theta_1$  : 10度 ~ 30度
- ・第1ラジアル動圧溝形成領域54の直径  $D_1$  : 1.5 mm ~ 4.5 mm
- ・第1ラジアル動圧溝形成領域54のラジアル動圧溝の数 : 8本 ~ 12本

このような条件の下、シミュレーションでは、回転機器1を5000rpmで回転させ、溝比や溝の深さを種々変えながらラジアル剛性を計算した。

【0050】

図6は、代表的なシミュレーション結果を示す等高線図である。ここでは、直径  $D_1 = 4.0$  mm、第1溝角度  $\theta_1 = 15$  度、ラジアル動圧溝の数 = 12本、に設定され、溝比は一定の0.3(すなわち、 $W_1/P_1 = W_2/P_2 = 0.3$ )に設定された。  $K \times x$  (N/m) は、ラジアル剛性の大きさを表す。図6を参照すると、 $DE_1$  が4  $\mu$ mから8  $\mu$ mの範囲内となるよう、且つ、 $DE_2$  が2  $\mu$ mから3.5  $\mu$ mの範囲内となるようラジアル

10

20

30

40

50

ル動圧溝を形成する場合、より大きなラジアル剛性を得ることができることが分かる。

【0051】

図7は、代表的なシミュレーション結果を示す等高線図である。ここでは、直径 $D1 = 4.0\text{ mm}$ 、第1溝角度 $\theta_1 = 15\text{ 度}$ 、ラジアル動圧溝の数 $= 12$ 本、に設定され、 $DE1$ は $6.0\text{ }\mu\text{m}$ 、 $DE2$ は $2.5\text{ }\mu\text{m}$ に設定された。図7を参照すると、 $W1/P1$ が $0.50$  ( $50\%$ )から $0.80$  ( $80\%$ )の範囲内となるよう、且つ、 $W2/P2$ が $0.10$  ( $10\%$ )から $0.30$  ( $30\%$ )の範囲内となるようラジアル動圧溝を形成する場合、より大きなラジアル剛性を得ることができることが分かる。

【0052】

以上、実施の形態に係る回転機器の構成と動作について説明した。この実施の形態は例示であり、それらの各構成要素の組み合わせにいろいろな変形例が可能なこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。

10

【0053】

実施の形態では、円筒状マグネット32が積層コア40の外側に位置する、いわゆるアウトロータ型の回転機器について説明したが、これに限られない。たとえば円筒状マグネットが積層コアの内側に位置する、いわゆるインナーロータ型の回転機器に本実施の形態の技術的思想を適用してもよい。

【0054】

実施の形態では、軸受ユニット12がベース4に固定され、シャフト26が軸受ユニット12に対して回転する場合について説明したが、たとえばシャフトがベースに固定され、軸受ユニットがハブと共にシャフトに対して回転するようなシャフト固定型の回転機器に本実施の形態の技術的思想を適用してもよい。

20

【0055】

実施の形態では、ベース4に直接軸受ユニット12が取り付けられる場合について説明したが、これに限られない。例えば、回転体、軸受ユニット、積層コア、コイルおよびベースからなるブラシレスモータを別途形成した上で、そのブラシレスモータをシャーシに取り付ける構成としてもよい。

【0056】

第1および第2の実施の形態では積層コアを用いる場合について説明したが、コアは積層コアでなくてもよい。

30

【0057】

実施の形態では、溝比や溝の深さを線形的に変化させる場合について説明したが、これに限られず、溝比や溝の深さを段階的に変化させてもよく、あるいはまた、曲線的に変化させてもよい。

【0058】

実施の形態では、第1ラジアル動圧溝形成領域54のラジアル動圧溝は中央線68に対して略対称となるよう形成される場合について説明したが、これに限られない。例えば、上側形成領域の幅 $L1$ と下側形成領域の幅 $L2$ とは異なってもよい。各形成領域に形成されるラジアル動圧溝は、それらの形成領域の境界線に近いほど浅く且つ狭くなってもよい。

40

【0059】

実施の形態では、各上側ラジアル動圧溝64の下側の縁66側の端部と対応する下側ラジアル動圧溝74の上側の縁62側の端部とは中央線68において連結されている場合について説明したが、これに限られない。図8は、変形例に係る第1ラジアル動圧溝形成領域154の展開図である。第1ラジアル動圧溝形成領域154は、上側形成領域70と同様の構成を有する第1領域170と、下側形成領域72と同様の構成を有する第2領域172と、軸方向で第1領域170と第2領域172とに挟まれている第3領域171と、を有する。第3領域171にはラジアル動圧溝は形成されない。すなわち、各上側ラジアル動圧溝164の下側の縁166側の端部164aと、その上側ラジアル動圧溝164に対応する下側ラジアル動圧溝174の上側の縁162側の端部174aとは軸方向に離間

50

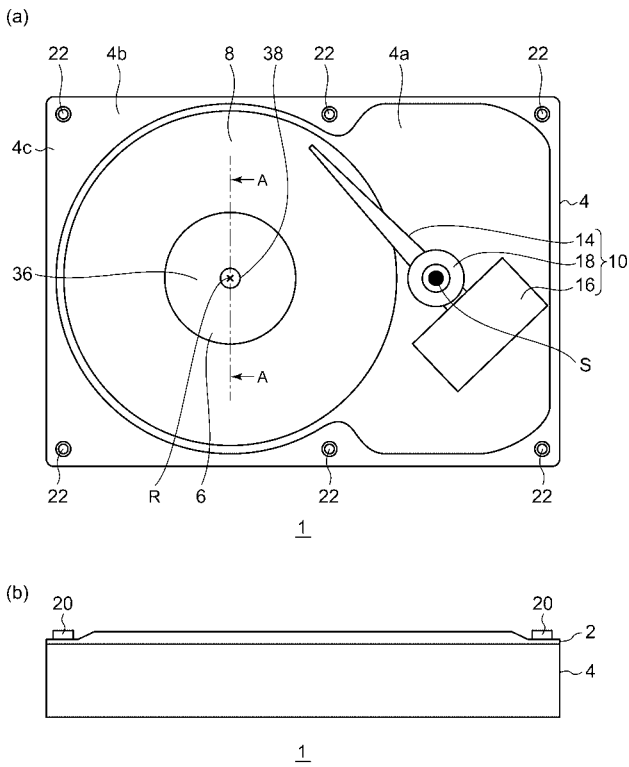
している。本変形例によると、実施の形態に係る回転機器 1 によって奏される作用効果と同様の作用効果が奏される。

【符号の説明】

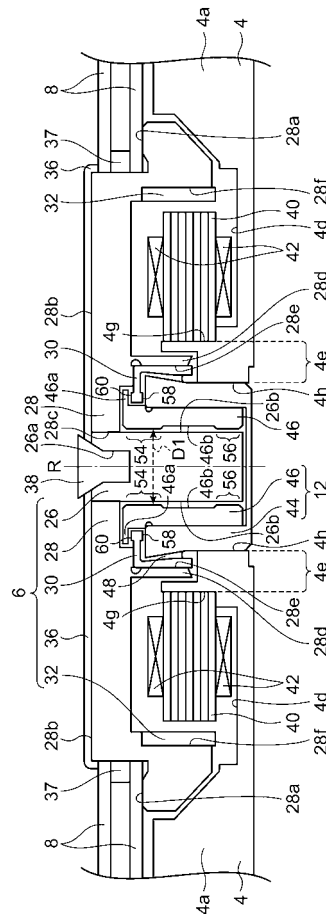
【0060】

1 回転機器、 2 トップカバー、 4 ベース、 6 回転体、 8 磁気記録ディスク、 10 データリード/ライト部、 12 軸受ユニット、 48 潤滑剤。

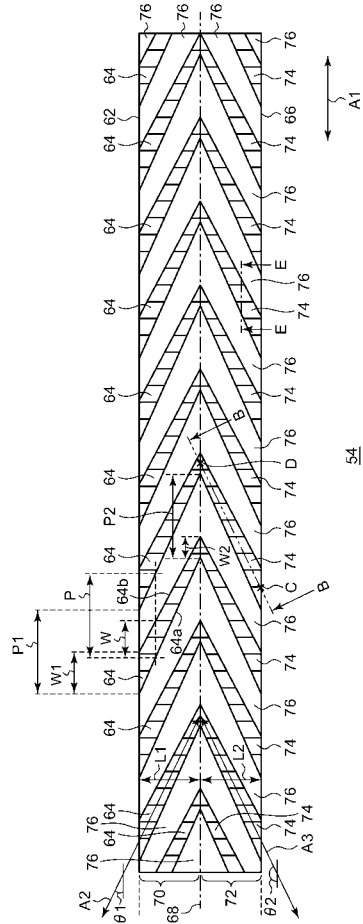
【図 1】



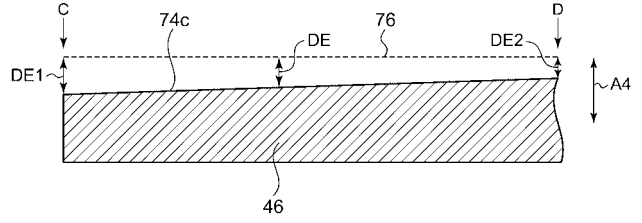
【図 2】



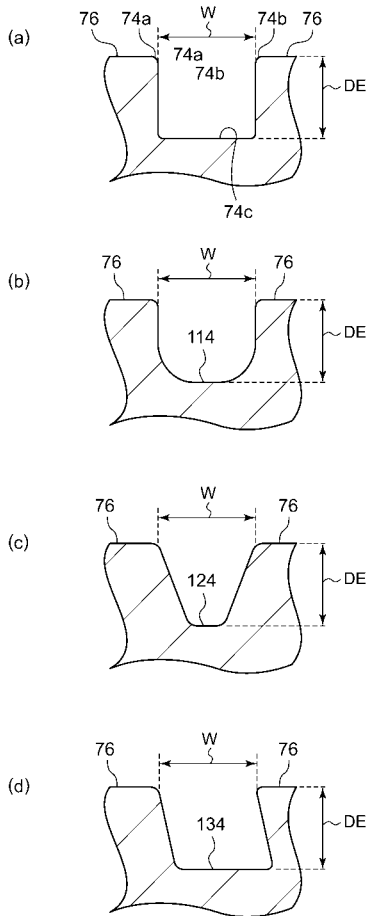
【 図 3 】



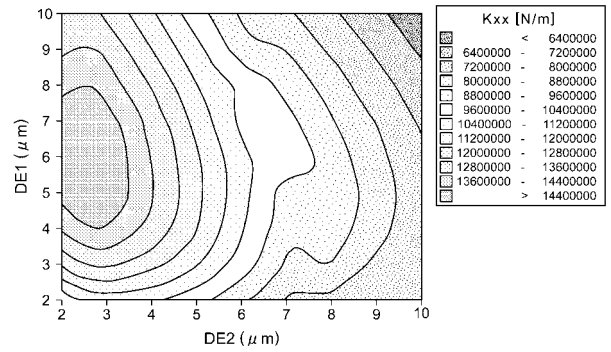
【 図 4 】



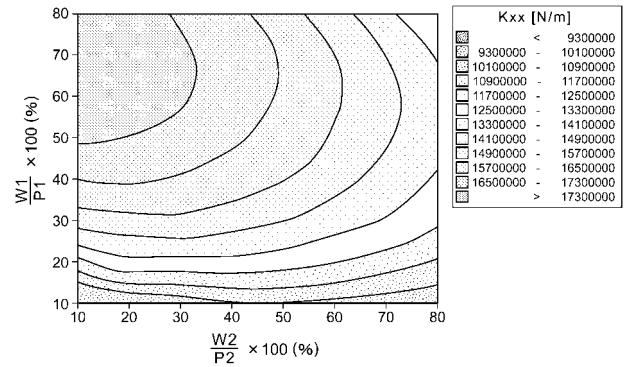
【 図 5 】



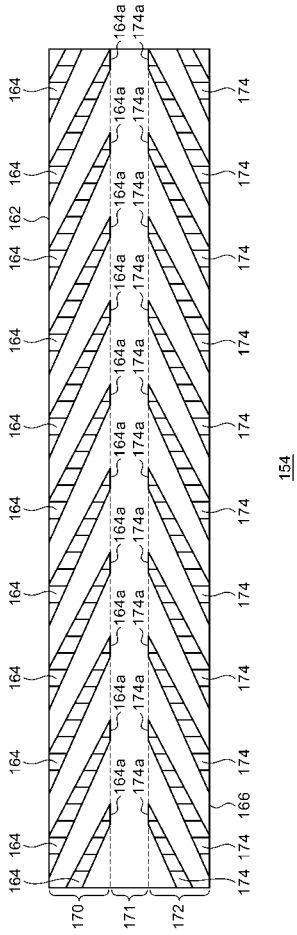
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 山田 卓司  
静岡県藤枝市花倉430番地1 アルファナテクノロジー株式会社内
- (72)発明者 児玉 光生  
静岡県藤枝市花倉430番地1 アルファナテクノロジー株式会社内
- (72)発明者 森 重好  
静岡県藤枝市花倉430番地1 アルファナテクノロジー株式会社内
- Fターム(参考) 3J011 AA07 BA04 CA02 DA02 KA04 LA04 MA02 RA03  
5H605 BB10 BB19 CC04 EB06  
5H607 BB05 BB14 BB17 CC01 GG01 GG09 GG12