

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第5514837号  
(P5514837)

(45) 発行日 平成26年6月4日 (2014. 6. 4)

(24) 登録日 平成26年4月4日 (2014. 4. 4)

|                                 |                 |
|---------------------------------|-----------------|
| (51) Int. Cl.                   | F 1             |
| <b>F 1 6 C 32/06 (2006. 01)</b> | F 1 6 C 32/06 Z |
| <b>B 2 3 Q 1/70 (2006. 01)</b>  | B 2 3 Q 1/70    |
| <b>B 2 3 Q 11/00 (2006. 01)</b> | B 2 3 Q 11/00 A |
| <b>B 2 3 Q 11/12 (2006. 01)</b> | B 2 3 Q 11/12 C |
| <b>B 2 3 B 19/02 (2006. 01)</b> | B 2 3 B 19/02 B |

請求項の数 12 (全 14 頁) 最終頁に続く

|               |                               |           |                        |
|---------------|-------------------------------|-----------|------------------------|
| (21) 出願番号     | 特願2011-545790 (P2011-545790)  | (73) 特許権者 | 507023500              |
| (86) (22) 出願日 | 平成22年1月14日 (2010. 1. 14)      |           | ジーエスアイ グループ リミテッド      |
| (65) 公表番号     | 特表2012-515315 (P2012-515315A) |           | イギリス シーブイ 2 1 1 キューエヌ  |
| (43) 公表日      | 平成24年7月5日 (2012. 7. 5)        |           | ウォリックシャー ラグビー スイフト     |
| (86) 国際出願番号   | PCT/GB2010/000054             |           | バレー コスフォード レーン         |
| (87) 国際公開番号   | W02010/082027                 | (74) 代理人  | 100105924              |
| (87) 国際公開日    | 平成22年7月22日 (2010. 7. 22)      |           | 弁理士 森下 賢樹              |
| 審査請求日         | 平成24年12月18日 (2012. 12. 18)    | (72) 発明者  | ホックリー、スティーブ            |
| (31) 優先権主張番号  | 0900855. 8                    |           | イギリス国 エスオー 5 2 9 ジービー、 |
| (32) 優先日      | 平成21年1月19日 (2009. 1. 19)      |           | ハンプシャー、サウサンプトン、ノース     |
| (33) 優先権主張国   | 英国 (GB)                       |           | バデスリー、ウエスト レーン 1 8     |
| (31) 優先権主張番号  | 0921585. 6                    | (72) 発明者  | ストラットン、ジョン、デービッド       |
| (32) 優先日      | 平成21年12月9日 (2009. 12. 9)      |           | イギリス国 エスオー 4 0 7 ビーエス、 |
| (33) 優先権主張国   | 英国 (GB)                       |           | ハンプシャー、サウサンプトン、アシャー    |
|               |                               |           | スト、ニュー ロード 6 エー        |
|               |                               |           | 最終頁に続く                 |

(54) 【発明の名称】 ガス軸受スピンドルおよびガス軸受スピンドルのためのガス軸受アセンブリ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ガス軸受スピンドルのためのガス軸受アセンブリであって、ハウジング部と、  
前記ハウジング部内に設けられ、前記ハウジング部に対して弾性的に取り付けられた内側ラジアル軸受部と、を備え、  
前記内側ラジアル軸受部は、軸受面を有する内殻軸受部と、  
前記内殻軸受部と前記ハウジング部との間に設けられた中間スリーブ部と、を含み、  
前記内殻軸受部と前記中間スリーブ部との間に液体冷却チャンネルが設けられており、  
前記軸受面は 2 列のガス出口を有し、前記 2 列のガス出口は、前記軸受面と前記軸受アセンブリに入れられた場合のシャフトとの間にガスフィルムを生成するためにガスを供給し、

前記 2 列は互いに軸方向に離間され、前記液体冷却チャンネルは軸方向で前記 2 列のガス出口の間にある、ガス軸受アセンブリ。

【請求項 2】

前記内側ラジアル軸受部と前記ハウジング部との間に少なくともひとつの弾性減衰部材が設けられる、請求項 1 に記載のガス軸受アセンブリ。

【請求項 3】

前記少なくともひとつの弾性減衰部材は前記中間スリーブ部に設けられる、請求項 1 に

記載のガス軸受アセンブリ。

【請求項 4】

前記ハウジング部と前記内側ラジアル軸受部との間に前記内側ラジアル軸受部を囲むように一对の弾性減衰部材が設けられ、前記一对の弾性減衰部材は互いに軸方向に離間されている、請求項 2 または 3 に記載のガス軸受アセンブリ。

【請求項 5】

前記ハウジング部と前記内側ラジアル軸受部との間に前記内側ラジアル軸受部を囲むように一对のオーリングが設けられ、前記一对のオーリングは互いに軸方向に離間されており、中間スリーブ部に設けられている、請求項 1 から 4 のいずれかに記載のガス軸受アセンブリ。

10

【請求項 6】

前記内殻軸受部は前記中間スリーブ部の内側にぴったり合う、請求項 1 から 5 のいずれかに記載のガス軸受アセンブリ。

【請求項 7】

前記ハウジング部は前記内側ラジアル軸受部がその中に配置される穴を有し、前記内側ラジアル軸受部は前記穴の壁と対向する外曲面を有し、前記内側ラジアル軸受部の前記外曲面と前記穴との間に隙間が設けられ、

前記内殻軸受部と前記中間スリーブ部との間に設けられる前記液体冷却チャンネルは出口および入口のうちの少なくともひとつを有し、出口および入口のうちの前記少なくともひとつは前記内側ラジアル軸受部の外曲面にある、請求項 1 から 6 のいずれかに記載のガス軸受アセンブリ。

20

【請求項 8】

前記液体冷却チャンネルの、出口および入口のうちの前記少なくともひとつの周りに設けられた少なくともひとつの補助オーリングを備える、請求項 7 に記載のガス軸受アセンブリ。

【請求項 9】

前記補助オーリングは前記中間スリーブ部に設けられる、請求項 8 に記載のガス軸受アセンブリ。

【請求項 10】

前記ハウジング部を前記内側ラジアル軸受部に電気的に接続するための弾性電気接点として機能するよう構成された圧縮バネを備える、請求項 1 から 9 のいずれかに記載のガス軸受アセンブリ。

30

【請求項 11】

アキシアル軸受部と第 2 液体冷却チャンネルとを備え、前記第 2 液体冷却チャンネルは前記アキシアル軸受部の領域に設けられ、前記第 2 液体冷却チャンネルは、前記内殻軸受部と前記中間スリーブ部との間に設けられた前記液体冷却チャンネルと流体連結される、請求項 1 から 10 のいずれかに記載のガス軸受アセンブリ。

【請求項 12】

請求項 1 から 11 のいずれかに記載のガス軸受アセンブリと、前記軸受アセンブリ内に入れられたシャフトと、を備えるガス軸受スピンドル。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ガス軸受スピンドルおよびガス軸受スピンドルのためのガス軸受アセンブリに関する。

【背景技術】

【0002】

特に関心があるのはガス軸受スピンドルである。ガス軸受スピンドルは高速ドリルアプリケーションにおける使用に適している。そのようなアプリケーションの例は、PCB (Printed Circuit Board) のドリルである。PCBドリル機器では、広範な異なる直径に

50

亘る穴を、それに対応して広範な異なる速さで掘ることができる機器を有することが望まれている。したがって、例えば、一方では直径6.3mmの穴を15000rpmから20000rpm程度の速さで掘ることができ、他方では直径0.1mmから0.2mm程度の穴を20000rpmや30000rpm程度の速さで掘ることができる機器を提供することが望まれている。さらに、そのような穴は高い精度で掘られる必要があり、一般にプリント基板に高品質の穴を提供することが要求されている。

#### 【0003】

全てではないにしても大抵の速さでドリルする場合、デバイスのラジアルおよび／またはアキシャル振動によって、掘られる穴の質が低下する傾向にある。そのような振動を減衰させることは、この課題を軽減するのに非常に役に立つ。

10

#### 【0004】

加えて、この減衰により軸受ガスフィルム内のハーフホワール (half speed whirl) の発生が抑えられることにより、シャフトは非常に高いトップスピードを得ることができる。(ハーフホワールは超臨界エアロスタティック軸受システムにおいて生じるよく知られた共振条件であり、それが発生すると通常ガスフィルムが不安定となりスピンドル異常が引き起こされる。これは、だいたい軸受ガスフィルム臨界速度の2倍で発生する。)

#### 【0005】

減衰を提供するための1つの既存の方法は、スピンドルの軸受をエラストマーのオーリング上に取り付けることである。この場合、基本的には、軸受は設定された制約内で、オーリング上でシャフトの動きに合わせて径方向にも軸方向にも動くことができる。したがって、ドリル過程で生成された振動エネルギーはオーリング材料の絶え間ない変形により吸収されうる。これにより、良いシャフトの減衰が得られる。しかしながら、この技術をPCBスピンドルに適用する際の良くない点は、非常に小さな穴を掘るのに必要な高速では、ガスフィルムのせん断により軸受内にかなりの熱が発生することである。この課題を克服するためのひとつのアプローチは、水冷などの冷却を提供することにより過熱を防ぎ、エアフィルムギャップの熱膨張を制御することである。

20

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0006】

しかしながらこれは困難性を伴わないわけではない。正しい場所に冷却が提供される必要があり、また減衰効果が維持される必要がある。

30

#### 【0007】

本発明は、スピンドル内の望ましい減衰を除去することなしにそのような冷却が提供されうる装置を提供することを指向する。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0008】

本発明のある態様によると、ガス軸受スピンドルのためのガス軸受アセンブリが提供される。このガス軸受アセンブリは、ハウジング部と、ハウジング部内に設けられ、ハウジング部に対して弾性的に取り付けられた内側ラジアル軸受部と、を備える。内側ラジアル軸受部は、軸受面を有する内殻軸受部と、内殻軸受部とハウジング部との間に設けられた中間スリーブ部と、を含む。内側軸受殻部と中間スリーブ部との間に液体冷却チャンネルが設けられている。

40

#### 【0009】

この態様によると、ハウジング部と内側ラジアル軸受部との間の弾性的取り付けの有効性を損なうことなく、軸受アセンブリを、特に軸受面の領域を冷却するために、液体冷媒を使用することができる。

#### 【0010】

液体冷却チャンネルは部分的に中間スリーブ部の表面によって規定されてもよい。液体冷却チャンネルは部分的に内殻軸受部の表面によって規定されてもよい。

#### 【0011】

50

内側ラジアル軸受部とハウジング部との間に少なくともひとつの弾性減衰部材が設けられてもよい。そのような部材は、内側ラジアル軸受部とハウジング部との間の弾性的な取り付けを提供できるかまたは少なくとも容易にすることができる。

【0012】

少なくともひとつの弾性減衰部材は、内側ラジアル軸受部を囲むように設けられてもよい。少なくともひとつの弾性減衰部材は中間スリーブ部に設けられてもよい。

【0013】

ハウジング部と内側ラジアル軸受部との間に内側ラジアル軸受部を囲むように一对の弾性減衰部材が存在することが好ましい。その一对の弾性減衰部材は互いに軸方向に離間されていてもよい。一对の弾性減衰部材は、内側ラジアル軸受部の両端側のそれぞれにひとつずつ設けられてもよい。一对の弾性減衰部材は中間スリーブ部上に設けられてもよい。

10

【0014】

ハウジング部と内側ラジアル軸受部との間に少なくともひとつのオーリングが設けられてもよい。少なくともひとつのオーリングは、ハウジング部と内側ラジアル軸受部との間の弾性的な取り付けを提供できるかまたは少なくともそれに貢献できる。

【0015】

少なくともひとつのオーリングは内側ラジアル軸受部を囲むように設けられてもよい。少なくともひとつのオーリングは、その軸が内側ラジアル軸受部の軸と総じて平行となるように、好ましくは総じて一致するように、設けられてもよい。少なくともひとつのオーリングは中間スリーブ部上に設けられてもよい。

20

【0016】

ハウジング部と内側ラジアル軸受部との間に内側ラジアル軸受部を囲むように一对のオーリングが存在することが好ましい。その一对のオーリングは互いに軸方向に離間されていてもよい。一对のオーリングは、内側ラジアル軸受部の両端側のそれぞれにひとつずつ設けられてもよい。一对のオーリングは中間スリーブ部上に設けられてもよい。

【0017】

内殻軸受部は総じて環状であってもよい。中間部は総じて環状であってもよい。

【0018】

内殻部は中間部の内側にぴったり合ってもよい。これは締めまりばめであってもよい。

【0019】

ハウジング部は内側ラジアル軸受部がその中に配置される穴を有してもよい。内側ラジアル軸受部は穴の壁と対向する外曲面を有してもよい。内側ラジアル軸受部の外曲面と穴との間に隙間が設けられてもよい。内側ラジアル軸受部の外曲面は中間部の外曲面であってもよい。隙間は少なくともひとつの弾性減衰部材によって維持されてもよい。

30

【0020】

穴は円筒状の穴であってもよい。内側ラジアル軸受部の外曲面は円筒面であってもよい。

【0021】

内側軸受殻部と中間スリーブ部との間に設けられる液体冷却チャネルは内側ラジアル軸受部の外曲面にある出口を有してもよい。

40

【0022】

内側軸受殻部と中間スリーブ部との間に設けられる液体冷却チャネルは内側ラジアル軸受部の外曲面にある入口を有してもよい。

【0023】

ガス軸受アセンブリは、内側軸受殻部と中間スリーブ部との間に設けられた液体冷却チャネルへの入口またはそれからの出口の周りに設けられた少なくともひとつの補助オーリングを備えてもよい。一对の補助オーリングが存在してもよい。一方は液体冷却チャネルへの入口の周りに設けられ、他方は液体冷却チャネルからの出口の周りに設けられてもよい。そのまたは各補助オーリングは中間スリーブ部上に設けられてもよい。そのまたは各補助オーリングは、その主軸がガス軸受アセンブリの軸と交差するよう設けられてもよい

50

。そのまたは各補助オーリングの主軸は、ガス軸受アセンブリの径に沿った向きを有していてもよい。

【0024】

一般的には、ハウジング部と内側ラジアル軸受部との間の密閉を有効とするためにシーリング手段が提供されてもよい。オーリングおよび／または補助オーリングは、ハウジング部と内側ラジアル軸受部との間の密閉を有効とするために設けられてもよい。

【0025】

シーリング手段は内殻軸受部と中間スリーブ部との間に設けられてもよい。シーリングオーリングは、内殻軸受部と中間スリーブ部との間に設けられてもよい。

【0026】

軸受面は典型的には少なくとも一列のガス出口を備え、このガス出口は軸受面と軸受アセンブリ内に配置されたシャフトとの間にガスフィルムを生成するためにガスを供給する。

【0027】

各ガス出口はジェットを含んでもよい。

【0028】

ガス出口のそのまたは各列に対応して、内側ラジアル軸受部に、一対の軸方向に離間されたシール、例えばシーリングオーリングが設けられてもよい。一対のシールの一方はガス出口の列の一方の側に設けられ、他方はガス出口の列の他方の側に設けられてもよい。

【0029】

軸受アセンブリは2列のガス出口を有してもよい。2列は互いに軸方向に離間され、液体冷却チャンネルは軸方向で2列のガス出口の間にあってもよい。

【0030】

上述のオーリングのような複数のシールは合わせて、軸受アセンブリを通過してガス出口のそのまたは各列に至るガス経路および軸受アセンブリを通過して液体冷却チャンネルに至る液体経路を提供するためのシーリングを提供できる。

【0031】

液体冷却チャンネルは環状のチャンネルであってもよく、軸受アセンブリの主軸と一致する軸を有してもよい。

【0032】

ガス軸受アセンブリはアキシャル軸受部を備えてもよい。ガス軸受アセンブリは第2液体冷却チャンネルを備えてもよい。第2液体冷却チャンネルはアキシャル軸受部の領域に設けられてもよい。第2液体冷却チャンネルは、内側軸受部と中間スリーブ部との間に設けられた液体冷却チャンネルと流体連結されてもよい。第2液体冷却チャンネルは環状のチャンネルであってもよい。

【0033】

ガス軸受アセンブリは、ハウジング部を内側ラジアル軸受部に電氣的に接続するための弾性電気接点要素を備えてもよい。

【0034】

接点要素は、内側ラジアル軸受部の弾性的な取り付けに大きく影響を与えないよう、かつ、ドリル過程および他の機械工作過程においてよく使用される電動工具タッチダウン技術 (electrical tool touch down techniques) での使用のための、軸受アセンブリを通じた電気経路を提供するよう、構成されるべきである。

【0035】

そのような接点要素の最初の候補は、炭素フィラメントブラシであった。しかしながら、損耗および／またはメンテナンスのためにフィラメントが失われる傾向に有り、そのように失われたフィラメントがオーリングシールに捕まり、水漏れを発生させる可能性があるため、そのようなブラシは望ましくないことが分かった。したがって、弾性電気接点要素は圧縮バネを含むことが好ましい。

【0036】

ガス軸受アセンブリはエアロスタティックガス軸受アセンブリであってもよい。

【0037】

本発明の別の態様によると、上述のガス軸受アセンブリと、軸受アセンブリ内に入れられたシャフトと、を備えるガス軸受スピンドルが提供される。

【図面の簡単な説明】

【0038】

例示のみを目的とし、添付の図面を参照して本発明の実施の形態が説明される。

【0039】

【図1】本発明を理解する上で役に立つ第1ドリルスピンドルの一部を示す模式図である。

【図2】この場合、本発明を具現化する第2ドリルスピンドルを示す模式図である。

【図3】図2に示されるスピンドルの軸受アセンブリを示す模式図である。

【図4】図4Aおよび図4Bは、図3に示される軸受アセンブリの中間スリーブおよびそのスリーブに設けられたオーリング溝を示す模式図である。

【図5】図5Aおよび図5Bは、図3に示される軸受アセンブリの変形バージョンであり、弾性電気接点要素を含むものを示す模式図である。

【発明を実施するための形態】

【0040】

図1は高速PCBドリルスピンドルの一部を模式的に示す。そのようなスピンドルは多くの点で通常のものである。PCBドリルスピンドルは空気軸受スピンドルであり、そのスピンドルの筐体部2内に収まる2つのラジアル空気軸受アセンブリを備える。ツールホルダ4が設けられたシャフト3は、ラジアル空気軸受1内に入れられている。筐体部2内に設けられたステータ51とシャフト4に置かれた巻き線52とから構成されるモータ5は、シャフト4を筐体部2に対して回転駆動するために設けられる。ツールホルダ4は、ツール、この例ではPCB材料に穴を掘るためのドリルツールを保持するように構成される。シャフト3の端部のツールホルダ4から離れた所にあるスラストランナ31に作用するアキシアル空気軸受構成6が設けられる。

【0041】

図1のドリルスピンドルは、上述された程度では従来のものである。したがって、その一般的な構成や動作の詳細な説明は、説明を簡潔とするため本明細書では省略される。適切な空気軸受およびモータ駆動、それに加えて駆動対象のツールを保持するためのツールホルダを含む空気軸受スピンドルを提供することについては確立された技術が存在することは理解されるであろう。

【0042】

本願は主に、そのようなスピンドルに設けられてもよい軸受1、6のある態様の構成および機能に関する。

【0043】

図1に示されるスピンドルの各ラジアル空気軸受アセンブリ1には2つの主たる部材が存在する。第1は外側軸受ハウジング部11である。内殻軸受部12は外側軸受ハウジング部11の中に取り付けられる。外側軸受ハウジング部11および内殻軸受部12は両方とも概ね環状の部材である。したがって、内殻軸受部12は外側軸受ハウジング部11の穴の中に取り付けられる。しかしながら、内殻軸受部12の外曲面と外側軸受部11の穴の内曲面との間にはかなりの隙間が設けられる。

【0044】

内殻軸受部12は、一对のオーリング13を介して外側軸受ハウジング部11に取り付けられる。一对のオーリングのうちの一方は軸受アセンブリ1の一端側に設けられ、他方のオーリング13は軸受アセンブリ1の他端側に設けられる。これらのオーリング13は外側軸受ハウジング部11内で弾性的に内殻軸受部12を支持する役割を果たす。

【0045】

これら上述の2つの部材11、12間の隙間およびオーリング13の弾性のため、内殻

10

20

30

40

50

軸受部 12 は、外側軸受ハウジング部 11 に対して軸方向および径方向の両方についてある程度の移動自由度を有する。

【0046】

無論、そのような移動が生じた場合、オーリング 13 は変形するであろう。この構成は図 1 のスピンドルに設けられている軸受アセンブリ 1 の両方について当てはまる。

【0047】

したがって、スピンドルの動作中にシャフト 3 が振動しようとする場合、内殻軸受部 12 はオーリング 13 上を動くことができ、そのオーリング 13 はこの振動エネルギーを吸収することができ、したがって、シャフト 3 の振動を減衰させることができる。これにより、より良いドリル性能がもたらされる。本明細書の導入部分でほのめかされているように、そのような減衰を使用するシステムが存在する。

10

【0048】

しかしながら本スピンドルでは、軸受アセンブリ 1 内に環状水冷チャネル 7 が設けられている。このチャネルにより、冷媒、特に本例では水を、適切な経路を介して冷媒チャネル 7 に供給することができる。これにより、軸受アセンブリ 1、特に内殻軸受部 12 を冷却することができる。

【0049】

最初、そのような構成により軸受アセンブリ 1 の性能を改善でき、したがってスピンドル全体の性能を改善できると考えられていた。

【0050】

20

しかしながら、そのようなチャネルに冷媒を提供することは、軸受アセンブリ 1 の減衰性能に非常に良くない影響を与えることが分かった。これは、一旦環状冷媒チャネル 7 が水で満たされると、それが内殻軸受部 12 から外側軸受ハウジング 11 へのエネルギーの強固な伝達媒体として作用するからであり、これにより、オーリング 13 減衰の効果がかなり低減されてしまう。さらに、軸受内の水圧が高いほど、達成されるトータルの減衰効果は低くなる。

【0051】

したがって、一見図 1 に示されるスピンドルの構成は魅力的に見えるが、現実とはむしろ異なる。

【0052】

30

図 2 から図 4 は、図 1 の装置に見られるような減衰への顕著な悪影響無しに冷却を達成できる改良された装置に関する。

【0053】

図 2 は本発明を具現化する PCB ドリルスピンドルを示す。この PCB ドリルスピンドルは、例えば約 200000 rpm や 300000 rpm 程度までのスピードでの高速ドリルに使用でき、かつ、15000 rpm から 20000 rpm 程度の比較的低いスピードでも使用できるよう意図されている。

【0054】

図 2 に示されるスピンドルのデザインおよび構造の多くは通常のものであり、図 1 に関連して上述されたものと同様である。

40

【0055】

したがって、再び、スピンドルはスピンドル筐体 2 内に取り付けられた一対のラジアル空気軸受アセンブリ 1 を備える。ツールホルダ 4 が設けられているシャフト 3 は、ラジアル空気軸受 1 内に入れられている。再び、シャフトをスピンドルの主筐体 2 に対して回転駆動し、したがってツールホルダ 4 およびそれに取り付けられたツールをスピンドルの主筐体 2 に対して回転駆動するために、モータ 5 が設けられている。再び、本例ではツールホルダ 4 が設けられているシャフト 3 の端部と同じシャフト 3 の端部に設けられているスラストランナ 31 に作用するアキシャル軸受構成 6 が設けられる。

【0056】

図 2 に示されるような本スピンドルのラジアル空気軸受アセンブリ 1 は、図 1 に示され

50

るスピンドルのそれとは異なる。ツールホルダ4が設けられているスピンドルの領域と同じスピンドルの領域に設けられた前方軸受アセンブリ1は、スピンドルの他端に設けられた後方軸受アセンブリ1と、同一ではないにしても似ている。

【0057】

前方軸受アセンブリ1のさらなる詳細は図3に示される。前方軸受アセンブリ1は図2、図3および図4を参照して以下にさらに詳述される。

【0058】

図2に示されるスピンドルの前方軸受アセンブリ1には、再び、外側軸受ハウジング部11が存在する。内殻軸受部12はその外側軸受ハウジング部11の中に取り付けられる。しかしながら本例では、殻軸受部12と外側軸受ハウジング部11との間に中間スリーブ部14が設けられる。内殻軸受部12と中間スリーブ部14とは一緒に内側軸受部10を形成していると見なされてもよい。

10

【0059】

再び、この場合、外側軸受ハウジング部11は概ね環状であり穴を有する。内側軸受部10はこの穴の中に設けられる。さらに、図2のスピンドルの内殻軸受部12は概ね環状であり、中間スリーブ部14もまた概ね環状である。本実施の形態の中間スリーブ部14は、内殻軸受部12に焼きばめされる。

【0060】

内側軸受部10は、外側軸受ハウジング部11内に弾性的に取り付けられる。この取り付けの態様は、図1のスピンドルにおいて内殻軸受部12が外側軸受ハウジング部11内に取り付けられるときの態様と似た態様である。したがって、内側軸受部10はオーリング13を介して外側軸受ハウジング部11に取り付けられ、内側軸受部10の外曲壁と外側軸受ハウジング部11の穴の内曲壁との間には隙間がある。

20

【0061】

本実施の形態では、内側軸受部10内に環状溝7の形で冷媒チャンネルが設けられている。特に、この冷媒チャンネル7は内殻軸受部12と中間スリーブ部14との間に設けられている。冷媒チャンネル7は、一方を内殻軸受部12の表面、他方を中間スリーブ部14の表面によって規定される。したがって、どう見ても、冷媒チャンネル7は中間スリーブ14によって外側軸受ハウジング部11からシールドされている。この中間スリーブ14は、冷媒チャンネル7と外側軸受ハウジング部11との間に存在する。これは、使用中冷媒チャンネル内に提供される冷媒と外側軸受ハウジング部11の穴の表面との間に直接的な接触がない（機械的な接触がない、とも言えるかもしれない）ことを意味する。

30

【0062】

しかしながら無論、内側軸受部10に設けられた環状冷媒チャンネル7に水を供給しなければならないし、またそこから水を取り出されなければならない。したがって、冷媒チャンネル7の入口71は外側軸受ハウジング部11に設けられた供給口11aと合わせられ、冷媒チャンネル7の出口72は外側軸受ハウジング部11の排出口11bと合わせられる。したがって、水は入口ポート11aを介して冷媒チャンネルに供給され、チャンネル7を流れ、出口72を介して排出口11bに流れ出てもよい。

【0063】

40

冷媒チャンネル7は内側軸受部10内に張り巡らされていることは注意されるべきである。本実施の形態では、チャンネル7への入口71は出口72と直径方向に対向している。したがって、冷媒は入口71に流れ込み、2つの経路に分離され、軸受アセンブリの両側を回って流れ、その後出口72で再会し、内側軸受部10を出る。

【0064】

前方ラジアル軸受アセンブリ1の外側軸受ハウジング部11には第2冷媒チャンネル73が設けられる。この第2冷媒チャンネル73はアキシャル軸受構成6を冷却するために設けられる。アキシャル軸受構成6のアキシャル軸受プレート61は、前方ラジアル軸受アセンブリ1の外側軸受ハウジング部11に接する。第2冷媒チャンネル73は、アキシャル軸受プレート61に対向して接する外側軸受ハウジング部11の表面の環状溝として形成さ

50

れる。

【0065】

第2冷媒チャネル73は供給チャネル74を介して第1冷媒チャネル7と流体連結される。供給チャネル74は、外側軸受ハウジング部11内で軸方向に走っており、排出口11bと第2冷媒チャネル73とをつなぐ。したがって、使用中は、水はまず内側軸受部10内に設けられた第1冷媒チャネル7に入ってそれを流れ、次に内側軸受部10から流れ出て、供給チャネル74を介して第2冷媒チャネル73に流れ込む。

【0066】

図4Aおよび図4Bは、前方ラジアル軸受アセンブリ1の中間スリーブ14を模式的に示す。特にそれらは冷媒チャネル7のための入口71および出口72を示す。入口71および出口72のそれぞれを囲むように、オーリング溝71a、72aが設けられている。オーリング溝71a、72aにはそれぞれオーリング71b、72bが収まる（図3参照）。図3に見られるように、これらのオーリング71b、72bは、外側軸受ハウジング部11の穴の壁に対して入口71の周りおよび出口72の周りをそれぞれ封するよう作用する。

10

【0067】

上述のように、内側軸受部10の各端部に設けられたオーリング13は、内側軸受部10の外側軸受ハウジング部11に対する弾性的な取り付けを提供する。これにより、必要とされる減衰が得られる。入口71の周りおよび出口72の周りに設けられたオーリング71b、72bは、入口ポート11aと入口71との間のシールおよび出口72と排出口11bとの間のシールを、この弾性的な取り付けを損なうことなく提供する必要がある。これは、その領域において、中間スリーブ14の表面と外側軸受ハウジング部11の穴の表面との間に適切な隙間を設け、かつ適切なオーリング71b、72bを選択するようにすることにより達成可能である。

20

【0068】

ここで、中間スリーブ14は環状であり概ね円筒状の外面を有するものの、その環の厚さはスリーブ14の軸方向の長さに沿って一定ではないことを注意しておく。特に、入口71および出口72が形成されている中央帯においてスリーブ14の外径がより大きくなっている。したがって、スリーブ14の外曲面は段状となっている。図3に見られるように、これにより、軸受アセンブリ1の中央領域すなわち入口71および出口72の領域においてスリーブ14と外側軸受ハウジング部11の穴との隙間はより小さくなる。

30

【0069】

入口71の周りおよび出口72の周りのオーリング71b、72bは中間スリーブ部14の外面に設けられ、それらの向きはオーリングの軸が軸受アセンブリの半径に実質的に沿うような向きとされている一方で、主たる減衰オーリング13は内側軸受部10および中間スリーブ部14を囲むように設けられ、その向きは減衰オーリング13の主軸が概ね軸受アセンブリ1の軸と一致するような向きとされていることを注意しておく。

【0070】

無論、ラジアル軸受アセンブリ1は空気軸受アセンブリであることは思い出されるであろう。したがって、冷却のための軸受アセンブリを通じた適切な水路を密閉すると共に、空気軸受に空気を供給するための空気供給経路を密閉する必要がある。

40

【0071】

この点に関し、軸受アセンブリ1の両端に設けられた減衰オーリング13および入口71の周りおよび出口72の周りに設けられたシーリングオーリング71b、72bは、空気軸受に適切な空気供給チャネルを提供するための密閉機能をも提供することは、注意されるべきである。

【0072】

図3に見られるように、軸受アセンブリ1は2列のジェット8を備え、それら2列のジェット8は内殻軸受部12の軸受面12aに設けられている。動作中、ジェット8は空気軸受に空気を提供し、軸受面12aとシャフト3との間に必要なガスフィルムを生成する。

50

2列のジェット8は互いに軸方向に離間されており、冷媒チャンネル7および冷媒チャンネル7の入口71および出口72は軸方向でその2列のジェットの間に設けられていることは注意されるべきである。

【0073】

さらに、内殻軸受部12と中間スリーブ部14との間の、ジェット列の両側にシーリングオーリング12bが設けられている。これらのオーリング12b対のそれぞれは、ジェット8への空気供給のためのシールを提供する。再び、これらのシーリングオーリング12bの向きは、その軸が軸受アセンブリ1の主軸と概ね一致するような向きとされる。

【0074】

上記の説明は、スピンドルの領域であってツールホルダ4によっても占められている領域、にある前方ラジアル軸受アセンブリ1に関するものであった。しかしながら、ほとんどの点で、上記の説明は後方ラジアル軸受アセンブリ1にも等しく当てはまる。特に、再び、この後方ラジアル軸受アセンブリ1は、中間スリーブ部14によって囲まれた内殻軸受部12の同様な構成を有する。中間スリーブ部14は外側軸受ハウジング部11の中に設けられている。再び、中間スリーブ部14と内殻軸受部12との間に冷媒チャンネル7が設けられている。本実施の形態における2つのラジアル軸受アセンブリ1間の主な違いは、単に、後方軸受アセンブリ1はアキシャル軸受構成6の近くにないので後方軸受アセンブリ1は第2冷媒チャンネル73を含まないということである。

【0075】

2つのラジアル軸受アセンブリ1は共に、スピンドルの動作中に振動を減衰させつつ軸受を水冷することを可能とする。

【0076】

上記の説明はPCBドリルアプリケーションにおいて本アイデアを使用するということに関して記載されたが、そのアイデアは他の機械工作アプリケーションでの軸受に使用できることは注意されるべきである。そのような機械工作アプリケーションは、上記のタイプの高速度の使用を含むかもしれないし含まないかもしれない。また、そのような機械工作アプリケーションは、上記のような広範な動作速度に亘る機械の動作を含むかもしれないし含まないかもしれない。

【0077】

PCBドリル過程および他の機械工作過程では、機械は通常、ドリル先端（または他のツール）がPCB片などの加工対象物に最初に接触する箇所を正確に検出するためのツールタッチダウン検出システムを備える。一般に、これらのツールタッチダウンシステムは電気的な検出を使用し、ツールが加工対象物に接触すると電気回路が作られるということに基づき動作する。一般に、そのような検出システムが動作するためには、機械工作スピンドルを通じた伝導路が必要であり、特に軸受アセンブリを通じた伝導路が必要である。

【0078】

大抵の従来の軸受アセンブリでは、スピンドルおよび軸受アセンブリの構造により、スピンドルを通じた既製の電気伝導路が存在する。

【0079】

しかしながら、図2に示されるスピンドルに含まれる軸受アセンブリであって図3に示されるタイプの軸受アセンブリでは、この電気伝導路は弾性的なオーリング取り付け台13が提供されていることにより切断されている。その弾性的なオーリング取り付け台13は、外側軸受ハウジング部11と内側軸受部10との間、より具体的には外側軸受ハウジング部11と中間スリーブ部14との間にある。

【0080】

図5Aおよび図5Bは図3に示される軸受アセンブリの変形例を模式的に示す。これは、軸受アセンブリを通じた電気伝導路を復活させ、もってドリルスピンドル全体を通じた電気伝導路を復活させることを目的として設計されている。

【0081】

図5Aは第1変形例に係る軸受アセンブリを示す。この軸受アセンブリは、図3に示さ

10

20

30

40

50

れる軸受アセンブリとほとんどの点で同等である。しかしながら、それは図3の断面とは異なる断面で示されており、また炭素ブラシ501が提供されていることにより変形されている。この炭素ブラシ501は外側軸受ハウジング部11に取り付けられ、アキシアルグラブスクリュー502によってその位置が固定されている。アキシアルグラブスクリュー502は瞬間接着剤を使用してその位置で密封されている。炭素ブラシ501は複数の炭素ブラシフィラメントまたはファイバを有し、そのフィラメントまたはファイバは銅製ホルダで束ねられている。炭素フィラメントは弾力的であり、したがって外側軸受ハウジング部11と内側軸受部10との間の弾力的な取り付けと悪い干渉は起こさない。さらに、それは良い電気接触を提供する。

#### 【0082】

10

しかしながら、使用中および／またはメンテナンス中に、ブラシのひとつまたは複数のフィラメントがゆるくなる傾向にあることが分かった。そのようにフィラメントがゆるくなると、そのフィラメントはアセンブリのオーリングシールのひとつに捕まえられる可能性がある。特にアセンブリがメンテナンス等で分解される場合にそうである。そのように捕まえられたフィラメントは、影響を受けたオーリングによって提供されるシールと干渉することにより、水漏れを引き起こす傾向にある。

#### 【0083】

図5Bは図3に示される軸受アセンブリの、現在のところ好ましい変形バージョンを示す。ここでも再び、外側軸受ハウジング部11を内側軸受部10に電氣的に接続するよう弾性電気接点要素が設けられる。しかしながらこの場合、外側軸受ハウジング部11にらせん状の圧縮バネ503が設けられる。バネ503は外側軸受ハウジング部11のラジアル穴内に設けられ、ロックンググラブスクリュー504によって内側軸受部10に対して、特に中間スリーブ部14に対して押し当てられる。このグラブスクリューは瞬間接着剤によりその位置で密封される。したがって、らせん状の圧縮バネ53は軸受アセンブリを通じた電気伝導性を回復させ、図5Aに示されるような軸受アセンブリの第1変形バージョンに含まれる炭素ファイバブラシに関連する課題は示さない。代替案として、構成を逆にしてもよい。すなわち、バネは内側軸受部に取り付けられてもよい。さらに、必要であれば複数のそのような接点要素が設けられてもよい。

20

#### 【0084】

本設計の以下の便利な態様は認識されるべきである。

30

#### 【0085】

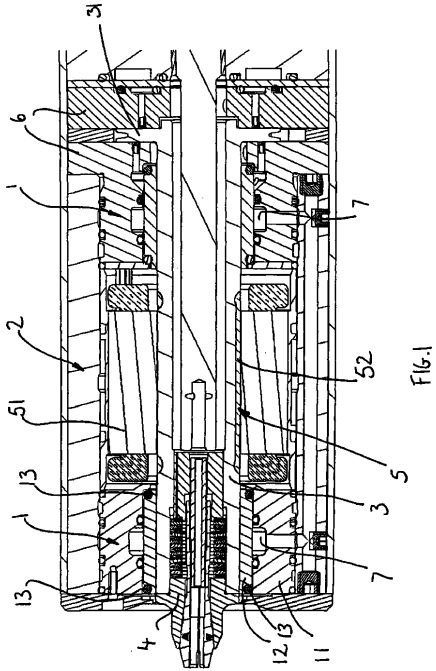
異常負荷の下で内側軸受部10が外側軸受ハウジング部に対して回転可能なように内側軸受部10および外側軸受ハウジング部11が構成されているので、故障（crash）やかみこみ（jam）などのスピンドル異常の場合に生じるリスクおよび／または損傷の度合いを低減できる。通常使用時は、アセンブリのオーリングは内側軸受部10と外側軸受ハウジング部11との相対回転に耐えるであろう。しかしながら、非常に高い負荷の下ではいくらか回転的な弾性が存在し得、それは損傷の軽減に役に立つ。

#### 【0086】

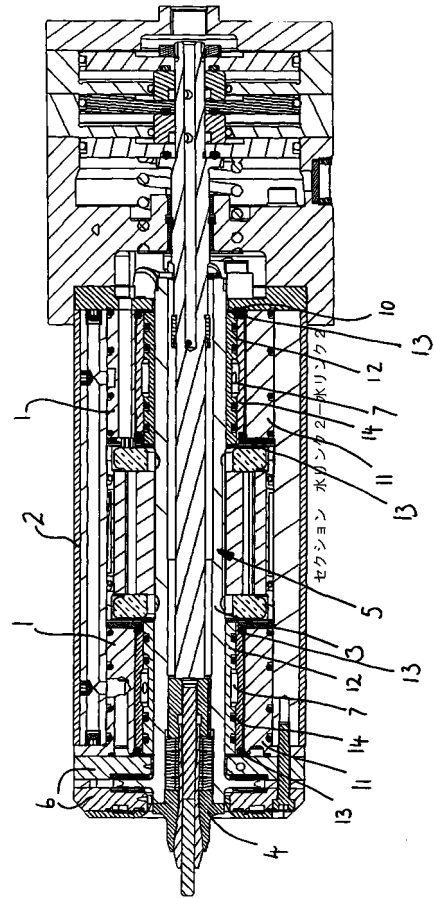
軸受アセンブリの構成により、内側軸受部10（内殻12および／または中間スリーブ14）に損傷が生じた場合、軸受の残りの部分が損傷を受けていなければ、内側軸受部10を取り替えることができる。これは軸受アセンブリ全体を取り替えるよりは当然廉価である。

40

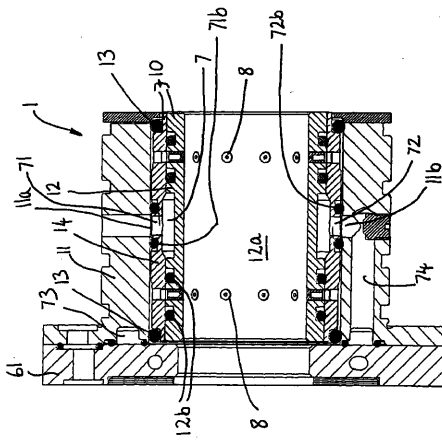
【図 1】



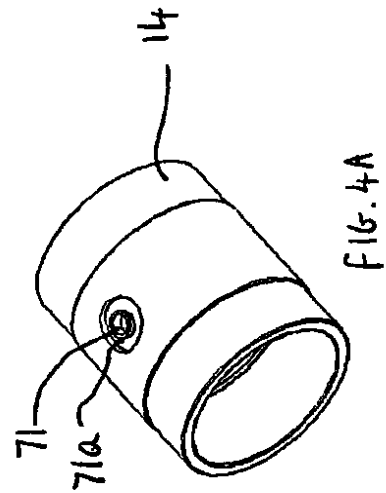
【図 2】



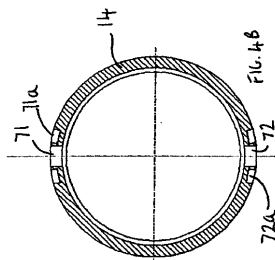
【図 3】



【図 4 A】



【図 4 B】



【図 5 A】

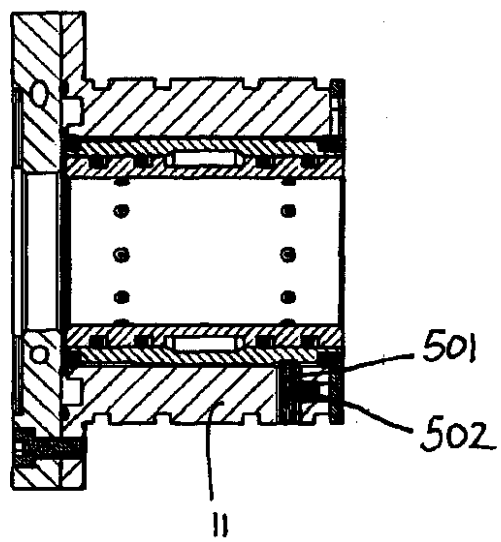


FIG. 5A

【図 5 B】

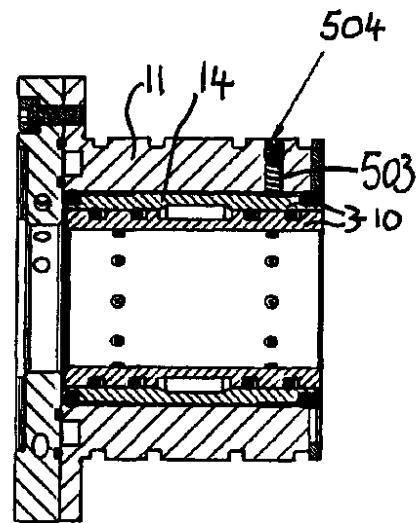


FIG. 5B

---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
F 1 6 F 15/04 (2006.01) F 1 6 F 15/04 N

審査官 瀬川 裕

(56)参考文献 特開2008-138783 (JP, A)  
特開2004-092878 (JP, A)  
特開昭58-166127 (JP, A)  
実開昭50-085650 (JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
F 1 6 C 3 2 / 0 6  
B 2 3 B 1 9 / 0 2  
B 2 3 Q 1 / 7 0  
B 2 3 Q 1 1 / 0 0  
B 2 3 Q 1 1 / 1 2  
F 1 6 F 1 5 / 0 4