(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3779186号
(P3779186)
(45)発行日　平成18年5月24日(2006.5.24)　(24)登録日　平成18年3月10日(2006.3.10)

(51)Int.Cl.　F I
F16C 32/06 (2006.01)　F16C 32/06 Z

請求項の数 4 (全 9 頁)

(21)出願番号　特願2001-260744(P2001-260744)
(22)出願日　平成13年8月30日(2001.8.30)
(65)公開番号　特開2003-74555(P2003-74555A)
(43)公開日　平成15年3月12日(2003.3.12)
審査請求日　平成15年2月27日(2003.2.27)

(73)特許権者　593008793
株式会社千葉精密
千葉県船橋市北本町１－７－８
(73)特許権者　591004537
十合　晋一
東京都港区南麻布４丁目９番２５号
(74)代理人　100075144
弁理士　井ノ口　壽
(72)発明者　佐藤　松夫
千葉県船橋市本町１－２６－２大栄船橋ビル３Ｆ　株式会社千葉精密内
(72)発明者　十合　晋一
東京都港区南麻布４－９－２５

審査官　礒部　賢

最終頁に続く

(54)【発明の名称】静圧気体軸受

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

軸との間に隙間を設け、この部分に外部より加圧した気体を絞りを通して導くことにより前記軸を回転可能に支持するスロット絞り形の静圧気体軸受において、

軸受け孔，外周腹部に設けられた円周溝，前記円周溝と両端面を連絡する複数本の給気導入通路を備える円筒形の軸受部材および前記軸受部材の両端面に一面を押し当てることにより前記軸受部材の間に多数の放射方向のスロットを形成する一対のスロット側板からなる軸受部材組立と、

前記軸受部材組立を収容して前記組立の円周溝に加圧気体を供給する給気口を有するケーシング部材と、から成り、

前記軸受部材組立内周と前記軸間に形成され両側に開放するラジアル軸受隙間を介し両側に排出することを特徴とする静圧気体軸受。

【請求項２】

前記軸受部材の両端面には放射方向に多数の溝が形成されており、前記スロット側板の平面に密着されて、放射方向のスロットを形成する請求項１記載の静圧気体軸受。

【請求項３】

前記一対のスロット側板は前記円周溝の側壁からねじ止めで固定するように構成した請求項１記載の静圧気体軸受。

【請求項４】

前記軸は端面にフランジ状のスラスト板が設けられており前記軸受部材組立間にスラス

ト軸受隙間を形成している請求項１記載の静圧気体軸受。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は静圧気体軸受の構造、さらに詳しくいえば、ハードディスクの検査用や超精密加工用などのスピンドルの軸受として用いられる静圧気体軸受に関する。
【０００２】
【従来の技術】
静圧気体軸受は従来より給気絞り形気体軸受が数多く実用化されている。
この静圧気体軸受は給気絞り形式によって分類されており、給気孔にポケットを形成することにより負荷能力が優れているオリフィス絞り，多数の給気孔により絞りを効かせる自成絞り，すきまの非常に小さい静圧気体軸受を実現するために設けられた表面絞りなどが存在する。
これら絞り形式の１つとしてスロット絞りがあり、その構成は自成絞りの給気孔を軸受面内で円周方向に細長く引き延ばした形で、点状給気から線状給気にしたものである。この軸受内に入った気体はほぼ一様に軸方向の流れになるため、給気の広がりがなく軸受剛性および負荷容量が高くなるという特徴を有する。
【０００３】
【発明が解決しようとする課題】
スロット絞りはこのような特徴を有することから、さらに剛性，負荷容量においてその性能がまさるものとして円形スロット絞り気体軸受が提案された。
図１１は従来の円形スロット絞りの２列給気気体軸受の一例を示す正面断面図およびＡ－Ａ’断面図である。
円筒形の軸受部材４４に軸４３が挿通されている。この図は、挿通される軸４３の外周面と軸受部材４４の内周面との隙間を強調して大きく書き、軸４３を偏心させて記載したものである。軸受部材４４には外部気体を両端面に導く給気導入通路４４ａが形成されている。両端面にリング状のシム４１を挟み込み、スロット側板４５を押し当てることにより軸受部材４４の端面とスロット側板４５の間にスロット部隙間４２を形成し全体として円形のスロット領域４６を形成している。
【０００４】
このように上記円形スロット絞りを持つ気体軸受は、そのスロット部隙間を得るために隙間に相当する厚さを持ったシムを軸受部材間に挟み込む構造となっている。そのため、製作に際しては、研削によりスロット部隙間の目づまりを防止するため、シムを挟まずに軸受の内外周を研削した後、軸受を分解してシムを挟み込み再度組み立てるという手順をとっている。したがって、製作手順が煩雑になるという欠点があった。
また、円形スロット絞り軸受において高い剛性が得られる微小軸受隙間領域で最適設計を行うためにスロット部の隙間を極めて小さくする必要がある。しかしながら、シムを薄く製作することに困難さが伴なっていた。
さらに、円形スロット絞りは円周方向に流れが発生するため、絞り効果の一層の向上に限界があった。
【０００５】
本発明の目的は、従来の円形スロット絞り軸受に比較し、スロット部の加工が容易で、軸受剛性および負荷容量が向上し、気体流量を大幅に減少させることができる静圧気体軸受を提供することにある。
【０００６】
【課題を解決するための手段】
前記目的を達成するために本発明による請求項１記載の静圧気体軸受は、
軸との間に隙間を設け、この部分に外部より加圧した気体を絞りを通して導くことにより前記軸を回転可能に支持するスロット絞り形の静圧気体軸受において、
軸受け孔，外周腹部に設けられた円周溝，前記円周溝と両端面を連絡する複数本の給気

導入通路を備える円筒形の軸受部材および前記軸受部材の両端面に一面を押し当てることにより前記軸受部材の間に多数の放射方向のスロットを形成する一対のスロット側板からなる軸受部材組立と、

前記軸受部材組立を収容して前記組立の円周溝に加圧気体を供給する給気口を有するケーシング部材と、から成り、

前記軸受部材組立内周と前記軸間に形成され両側に開放するラジアル軸受隙間を介し両側に排出するように構成されている。

本発明による請求項２記載の静圧気体軸受は、請求項１記載の静圧気体軸受において、

前記軸受部材の両端面には放射方向に多数の溝が形成されており、前記スロット側板の平面に密着されて、放射方向のスロットを形成するように構成されている。

本発明による請求項３記載の静圧気体軸受は、請求項１記載の静圧気体軸受において、

前記一対のスロット側板は前記円周溝の側壁からねじ止めで固定するように構成されている。

本発明による請求項４記載の静圧気体軸受は、請求項１記載の静圧気体軸受において、

前記軸は端面にフランジ状のスラスト板が設けられており前記軸受部材組立間にスラスト軸受隙間を形成するように構成されている。

【０００７】

【作用】

上記構成によれば、絞り効果が強くなるので、円形スロットに比較し軸受剛性が向上し、最大剛性発揮時の負荷容量も向上する。さらに気体の流量を大幅に減少させることができるとともに絞り部分の加工も容易となる。

【０００８】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳しく説明する。

図１は本発明による静圧気体軸受を２列給気で実施する形態を示す正面断面図および側面図である。

円筒形の軸受部材２は外周面の中央付近に気体を流入させるための円周溝２ａが形成されている。円周溝２ａの側壁にはスロット３に気体を導くための給気導入通路２ｃが多数設けられている。また、スロット側板５を固定するための複数のネジ穴２ｂも設けられている。軸受部材２の両端面には図４（ａ）に示すように放射方向に多数の長方形スロット（深さは例えば５μｍ）が形成されている。

【０００９】

リング状のスロット側板５は、軸受部材２の両端面に押し当てられネジ１５で螺合することにより固定される。これにより軸受部材の両端面とスロット側板５の間に多数の長方形スロットが形成される。

このように組み立てられた軸受ハウジングは、円筒形のケーシング６に固定される。円筒形のケーシング６には気体を導入するための給気口７があり、この給気口７は軸受部材２の円周溝２ａに連通させられる。スロット側板５の外形寸法は、軸受部材２のそれに比較し僅かに小さくなっており、ケーシング６の内周面とスロット側板５の外周面との間にスラストスロット隙間１１が形成される。

【００１０】

軸１の外径寸法は、軸受部材２の内径のそれに比較し僅かに小さく、それらの間にはラジアル軸受隙間１３が形成され、軸１はスロットから吹き出した気体が軸受部材２の内周面の間に流入することにより回転可能に支持される。

軸１の両端面にはスラスト板４がネジ１４により固定される。このとき、スラスト板４とケーシング６およびスロット側板５との間にスラスト軸受隙間１０が形成される。

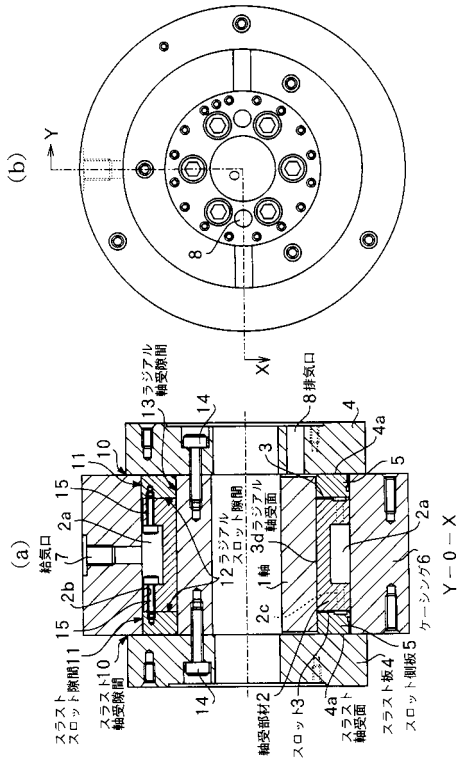
給気口７から流入した気体は、図４（ｂ）に示すように円周溝２ａ，給気導入通路２ｃを通り、多数の長方形スロットを経由してラジアルスロット隙間１２に流入する。また、給気導入通路２ｃを通った気体の一部はスラストスロット隙間１１を経由しスロット軸受隙間１０に流入する。

【００１１】
図２および図３は、本発明による静圧気体軸受の他の実施の形態を示す図で、それぞれ分解斜視図および組み立て斜視図を示している。
この実施の形態は、図１とは軸の構成が異なっており、他の部分の構成は同一である。軸受ハウジング２２は、軸受部材２５およびスロット側板１６を組み立てたもので、気体供給口１９を有するケーシング２０の中に収容される。軸受ハウジング２２の中央には軸１７が挿通される。
【００１２】
図５は、スロット内の気体の流れを説明するための図である。
例えば、図６に示すように下方向にWの荷重が軸に加えられると、軸の下面の隙間は小さくなり、絞り効果により圧力が増大する。一方、軸の上面のすきまは大きくなり、絞り効果により圧力が減少する。この結果、従来の円形スロットではスロット内に気体の円周方向の流れが生じていたが、本発明によれば、各長方形スロットから気体が供給されるため、円周方向の流れはなくなる。
この結果、絞り効果が強くなり、軸受剛性が向上する。また、最大剛性発揮時の負荷容量が向上するとともに流量が大幅に減少する。
【００１３】
図６は、円形スロットと長方形スロットの軸受剛性とラジアルクリアランスの関係を示すグラフである。
このグラフは２列給気スロット絞りの構成であり、軸受部材の内径Ｄ＝５０ｍｍ，軸受ハウジングの幅Ｌ＝５０ｍｍ，長方形スロット隙間の深さｈｓｌ＝５μｍ，気体の圧力ｐｓ＝６．０３３ｋｇｆ／ｃｍ^2 の場合である。以下の図７および図８も同様である。縦軸は軸受剛性ｋｓ（単位ｋｇｆ／μｍ），横軸はラジアルクリアランスＣｒ（単位μｍ）である。
このグラフから分かるように例えば、クリアランスＣｒが５．０μｍの位置では、従来形の円形スロットでは軸受剛性ｋｓ＝１２．９７８７ｋｇｆ／μｍに対し本発明では軸受剛性ｋｓ＝１３．３５７８ｋｇｆ／μｍとなっている。このクリアランスでは約３％程度向上していることが分かる。
【００１４】
図７は、円形スロットと長方形スロットの負荷容量とラジアルクリアランスの関係を示すグラフである。
縦軸は負荷容量W（単位ｋｇｆ），横軸はラジアルクリアランスＣｒ（単位μｍ）である。
例えば、クリアランスＣｒが５．０μｍの位置では、従来形の円形スロットでは負荷容量Ｗ＝１９．４６８１ｋｇｆに対し本発明では負荷容量Ｗ＝２０．１６８６ｋｇｆとなっている。また、クリアランスＣｒが５．５μｍの位置では、従来形の円形スロットでは負荷容量Ｗ＝２１．４８９９ｋｇｆに対し本発明では負荷容量２２．０４０４ｋｇｆとなっている。いずれのクリアランスの場合も約２．５％程度向上している。
【００１５】
図８は、円形スロットと長方形スロットの軸受流量とラジアルクリアランスの関係を示すグラフである。
縦軸は軸受流量Ｑｖ（単位litre／ｍｉｎ），横軸はラジアルクリアランスＣｒ（単位μｍ）である。最大軸受剛性発揮時の流量は円形スロットに比べて本発明では約５８％となっており、減少している。例えば、クリアランスＣｒが５．５μｍの位置では、従来形の円形スロットでは軸受流量Ｑｖ＝１．８６５８１litre／ｍｉｎであるのに対し本発明では軸受流量Ｑｖ＝１．０８９８５litre／ｍｉｎとなっている。
【００１６】
本発明の応用例としては超精密加工用スピンドルに用いることができる。
例えば、図９に示すように軸受剛性ｋｓが大きくなる程、中心線平均粗さが小さくなることから、非球面加工機やポリゴンミラー加工機のスピンドルとして有効である。

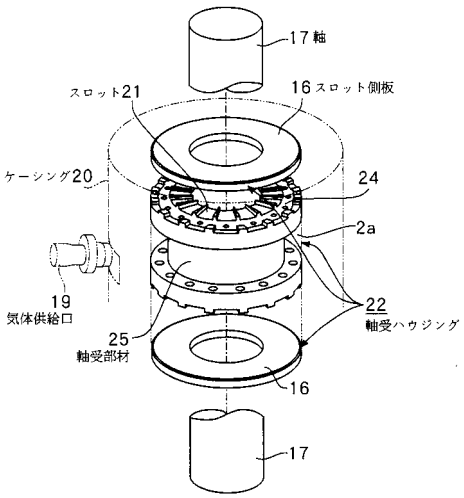
また、検査装置用軸受として用いることができる。
軸受剛性が高いことからモータや外部からの外乱に対し強く、回転精度（非同期成分の振れ：ＮＲＲＯ）が向上する。ハードディスク検査用スピンドルや真円度測定機用スピンドルモータとして有効である。
【００１７】
図１０は、超精密加工用スピンドルとして用いたポリゴンミラー加工機などの工作機の概略図である。
駆動モータ３５にスピンドルケーシング３６が取り付けられており、この中に本発明による静圧気体軸受を用いた主軸３４が内蔵されている。工作物取付ベース３３に工作物３２が装着され、ダイヤモンドバイト３１により工作物が切削される。上述のように軸受剛性が高いことから中心線平均粗さが小さくなり平面度の高い切削ができる。
【００１８】
【発明の効果】
本発明は以上のように構成されているので、つぎのような種々の効果を得ることができる。
１．絞り効果が強くなるので軸受剛性が向上する。
２．最大剛性発揮時の負荷容量が向上する。
３．流量が大幅に減少する。したがって、圧縮空気を供給するコンプレッサの小形化が図れ、本軸受を適用する装置の小形化および運転動力の軽減化を図ることができる。
４．絞りの加工が容易になる。
従来形では軸受面と同心の深さ数マイクロメータの窪みを設けるためエッチング等の加工が不可欠であるが、長方形スロットを放射状配置する場合は成形砥石を用い総形平面研削で長方形溝を容易に加工することができる。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明による静圧気体軸受の実施の形態を示す正面断面図および側面図である。
【図２】本発明による静圧気体軸受の他の実施の形態を示す分解斜視図である。
【図３】図２の組み立て斜視図である。
【図４】本発明のスロット形状および気体の流れを説明するための図である。
【図５】スロット内の気体の流れを説明するための図である。
【図６】円形スロットと長方形スロットの軸受剛性とラジアルクリアランスの関係を示すグラフである。
【図７】円形スロットと長方形スロットの負荷容量とラジアルクリアランスの関係を示すグラフである。
【図８】円形スロットと長方形スロットの軸受流量とラジアルクリアランスの関係を示すグラフである。
【図９】超精密加工用スピンドルに応用した場合の軸受剛性と平面粗さの関係を示すグラフである。
【図１０】超精密加工用スピンドルとして用いたポリゴンミラー加工機などの概略図である。
【図１１】従来の円形スロット絞り気体軸受の一例を示す正面断面図およびＡ－Ａ’断面図である。
【符号の説明】
１，１７，４３　軸
２　軸受部材（ラジアルスロット部材）
３，２１　スロット
４　スラスト板
５，１６　スロット側板
６，２０　ケーシング
７　給気口
８　排気口

１０　スラスト軸受隙間
１１　スラストスロット隙間
１２　ラジアルスロット隙間
１３　ラジアル軸受隙間
１４，１５　ビス
１９　気体供給口
２２　軸受ハウジング
３１　ダイヤモンドバイト
３２　工作物
３３　工作物取付ベース
３４　主軸
３５　駆動モータ
３６　スピンドルケーシング
４１　シム
４２　スロット部隙間

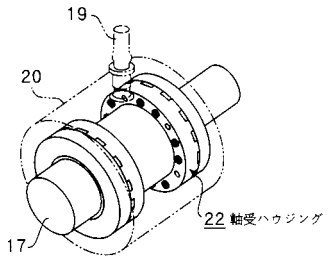
【図１】



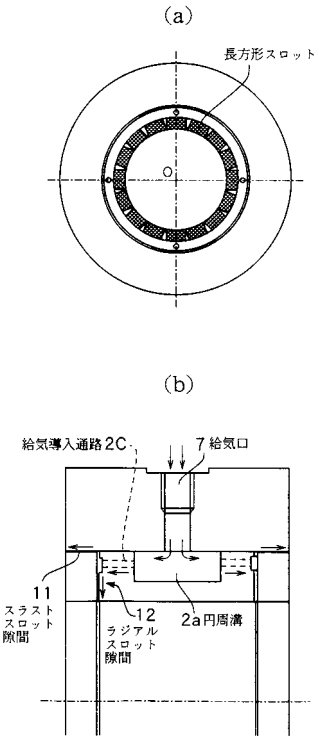
【図２】



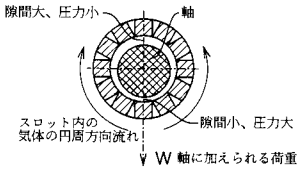
【図３】



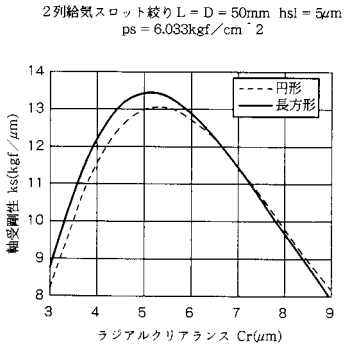
【図４】



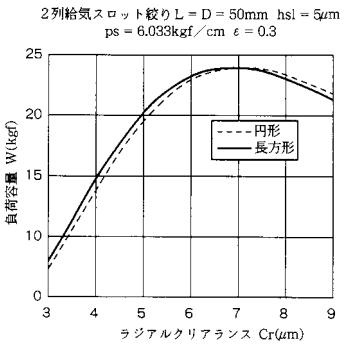
【図５】



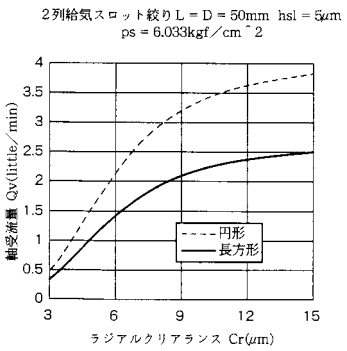
【図６】



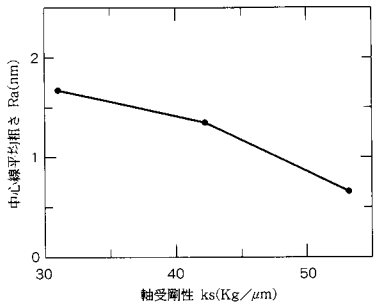
【図７】



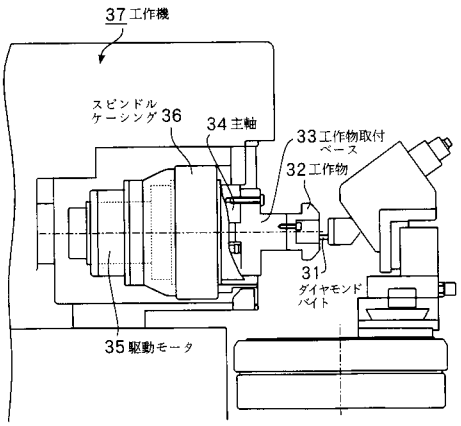
【図８】



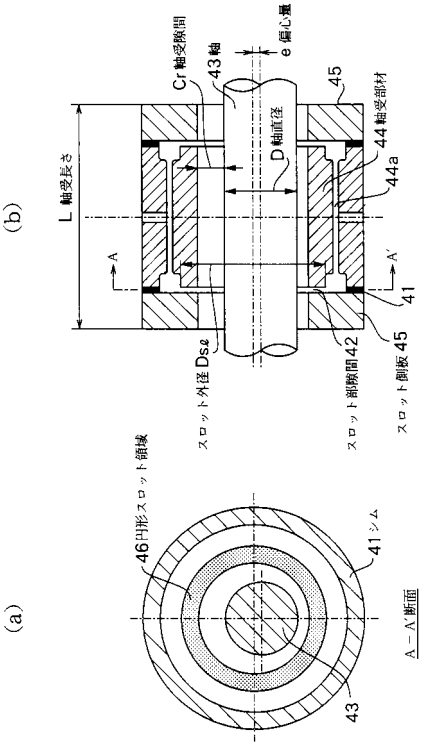
【図９】


中心線平均粗さ Ra(nm)
2
1
0
30
40
50
軸受剛性 ks(Kg／μm)

【図１０】


37 工作機
スピンドル
ケーシング 36
34 主軸
33 工作物取付
ベース
32 工作物
31
ダイヤモンド
バイト
35 駆動モータ

【図１１】


(b)
Cr 軸受隙間
43 軸
e 偏心量
45
D 軸直径
44 軸受部材
44a
L 軸受長さ
A
A'
41
スロット外径 Ds
スロット部隙間 42
スロット側板 45
(a)
46 円形スロット領域
41 シム
A－A' 断面
43

フロントページの続き

(56)参考文献 特公昭４９－０２９５２６（ＪＰ，Ｂ１）
特開２００２－３１０１５５（ＪＰ，Ａ）
特公昭４６－００８０４４（ＪＰ，Ｂ１）
実開平０３－１１２１２１（ＪＰ，Ｕ）
特開昭５０－０２５９５３（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
F16C 32/06