

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2018年6月14日(14.06.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/105162 A1

(51) 国際特許分類:
F16C 17/03 (2006.01) F04D 29/057 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/025265

(22) 国際出願日: 2017年7月11日(11.07.2017)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2016-236853 2016年12月6日(06.12.2016) JP

(71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 Tokyo (JP). 三菱重工コンプレッサ株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES COMPRESSOR CORPORATION) [JP/JP]; 〒1080014 東京都港区芝五丁目34番6号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 嶋原 拓造 (SHIGIHARA Takuzo); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 諫山 秀

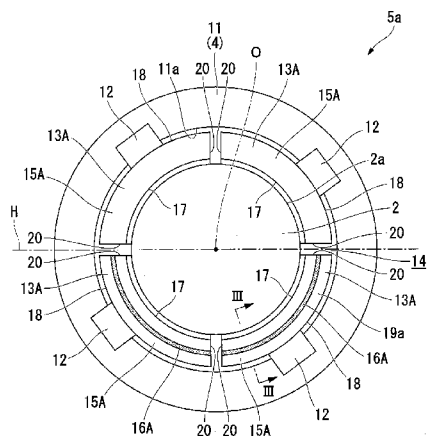
一 (ISAYAMA Shuichi); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 長井 直之 (NAGAI Naoyuki); 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 永尾 英樹 (NAGAO Hideki); 〒7338553 広島県広島市西区観音新町4丁目6番22号 三菱重工コンプレッサ株式会社内 Hiroshima (JP).

(74) 代理人: 森 隆一郎, 外 (MORI Ryuichirou et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目9番2号 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,

(54) Title: TILTING PAD, GAS BEARING DEVICE, AND COMPRESSOR

(54) 発明の名称: ティルティングパッド、ガス軸受装置及び圧縮機



(57) Abstract: A tilting pad (13A) comprises a pad body (15A) and a vibration damping member (16A). The pad body (15A) has an outer circumferential face facing outward in the radial direction around the axis (O) serving as a support face (18) supported by a pivot, and an inner face facing inward in the radial direction serving as a pad face (17) supporting a rotational shaft (2) via a gas film. The vibration damping member (16A) is disposed only between the two side faces of the pad body (15A) facing in the axis (O) direction and the inner face (11a) of a housing (11) opposite to these side faces and dampens the pad body (15A) vibration.

(57) 要約: ティルティングパッド (13A) は、パッド本体 (15A) と、振動減衰部材 (16A) と、を備える。パッド本体 (15A) は、軸線 (O) を中心とする径方向で外側を向く外周面がピボットに支持される支持面 (18) とされ、径方向で内側を向く内面が気体膜を介して回転軸 (2) を支持するパッド面 (17) とされている。振動減衰部材 (16A) は、軸線 (O) 方向を向くパッド本体 (15A) の2つの側面とこれら側面と対向するハウジング (11) の内面 (11a) との間にのみ配置されて、パッド本体 (15A) の振動を減衰させる。



QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 一 国際調査報告(条約第21条(3))

明 細 書

発明の名称： ティルティングパッド、ガス軸受装置及び圧縮機 技術分野

[0001] この発明は、ティルティングパッド、ガス軸受装置及び圧縮機に関する。

本願は、2016年12月6日に、日本に出願された特願2016-236853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] 例えば圧縮機、タービン、ポンプ、エンジン等、ロータを有した各種の回転機械においては、ロータを回転可能に支持するために軸受装置が用いられている。

軸受装置として、ティルティングパッドを備えたガス軸受装置が知られている。このティルティングパッドは、ロータに摺接するパッド面を有した軸受パッドを、揺動可能に支持して構成される。ガス軸受装置は、ロータの周囲に存在する気体が、ロータの回転に伴ってロータの外周面と軸受パッドの内面との間に引き込まれて、この気体からなる膜（気膜）を形成することで、ロータを回転可能に支持する。

気体は、ロータの外周面と軸受パッドの内周面との間に引き込まれることで圧縮され、動圧が発生する。この動圧により、ロータは、軸受パッドに直接接触することなく支承される。

[0003] このようなティルティングパッドを備えたガス軸受装置は、潤滑流体がガスであるため、油潤滑軸受装置と比較して潤滑流体の粘度が低い。潤滑流体の粘度が低いと、軸のアンバランスや外力等が生じると軸振動が大きくなり、軸とティルティングパッドとが接触する可能性が有る。

そのため、ティルティングパッドを備えたガス軸受装置の製品化が困難となっている。

[0004] 特許文献1には、ティルティングパッドを備えた油潤滑軸受装置において、ティルティングパッドの周囲にOリング、絞り機構、又はラビリンスシー

ルを設けることで、ティルティングパッドに対して振動低減機能を付与する技術が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2002-13528号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] ガス軸受装置は、油潤滑軸受装置よりもティルティングパッドの姿勢を変える力が弱い。そのため、特許文献1に記載の軸受装置のように、軸振動を減衰させようとしてティルティングパッドの周囲を囲うようにOリング、絞り機構、又はラビリンスシールを設けると、ティルティングパッドが動かなくなってしまう可能性が有る。このように、ティルティングパッドが動かなくなってしまうと、軸とティルティングパッドとの接触が生じる可能性が有る。

[0007] この発明は、安定性を向上して回転軸と接触することを抑制できるティルティングパッド、ガス軸受装置及び圧縮機を提供する。

課題を解決するための手段

[0008] この発明の第一態様によれば、ティルティングパッドは、軸線回りに回転する回転軸を外周側から囲うハウジングの内面にピボットを介して支持されるとともに、前記ピボットによりティルト方向、ロール方向及びヨー方向に揺動可能に支持されて、気体膜を介して前記回転軸を支持可能なティルティングパッドである。ティルティングパッドは、パッド本体と、振動減衰部材と、を備える。パッド本体は、前記軸線を中心とする径方向で外側を向く外周面が前記ピボットに支持される支持面とされ、前記径方向で内側を向く内周面が気体膜を介して前記回転軸を支持するパッド面とされている。振動減衰部材は、前記軸線方向を向く前記パッド本体の2つの側面と前記側面と対向する前記ハウジングの内面との間にのみ配置されて、前記パッド本体の振

動を減衰させる。

パッド本体は、ピボットにより支持されているため、ティルト方向、ロール方向及びヨー方向へそれぞれ動くことができる。ここで言うパッド本体のティルト方向の動きとは、パッド本体を軸線方向から見て、ピボットの位置を支点として、パッド本体の両端部がそれぞれ回転軸に対して接近及び離間する方向に傾く動きである。パッド本体のロール方向の動きとは、上記パッド面が、軸線方向に傾く動きである。パッド本体のヨー方向の動きとは、パッド本体がピボットを中心とした周方向へ回転する動きである。

上記ティルティングパッドによれば、パッド本体の側面とハウジングの内面との間にのみ振動減衰部材が配置されるので、ティルト方向やヨー方向へのパッド本体の動きが制限されることを抑制できる。さらに、最も振動し易いヨー方向へのパッド本体の振動は、振動減衰部材によって減衰することができる。

したがって、安定性を向上して、ティルティングパッドと回転軸とが接触することを抑制できる。

[0009] この発明の第二態様によれば、第一態様に係る振動減衰部材は、前記軸線を中心とする周方向に延びるように形成され、前記軸線を中心とした径方向で複数列設けられていてもよい。

このように周方向に延びる振動減衰部材を複数列設けているので、一つ当たりの振動減衰部材の大きさを小さくすることができる。そのため、パッド本体の側面とハウジングの内面との間に形成される隙間が小さい場合であっても振動減衰部材を配置することができる。さらに、振動減衰部材一つ当たりの振動減衰性能を小さくしても、振動減衰部材が複数列設けられているので、十分な振動減衰効果を得ることができる。

[0010] この発明の第三態様によれば、第一態様に係る振動減衰部材は、前記パッド本体の前記軸線を中心とした周方向で間隔をあけて複数設けられていてもよい。

このようにすることで、軸線を中心とした周方向で振動減衰部材の配置さ

れていない箇所を作ることができる。そのため、ヨー方向への振動減衰性能を調整して、例えば、必要以上にパッド本体のヨー方向への動きが制限されることを抑制できる。

[0011] この発明の第四態様によれば、第一態様に係る振動減衰部材は、前記軸線を中心とする周方向の両端部にのみ配置されていてもよい。

このようにすることで、振動減衰部材によるヨー方向への振動減衰性能を、効率よく発揮させることができる。

[0012] この発明の第五態様によれば、第一態様に係るパッド本体は、その外周面に前記ピボットから離れる方向で前記パッド本体の厚さを漸次減少させるように傾斜する傾斜面を備えていてもよい。

パッド本体と回転軸との間においては、ピボット付近の圧力が最も高くなり、ピボットから離れるにつれて圧力は低下する。そこで、この第五態様においては、ピボットから離れる方向でパッド本体の厚さを漸次減少させている。このようにすることで、パッド本体を軽量化でき、パッド本体の慣性力を低減できる。したがって、回転軸に対するパッド本体の追従性を向上して、安定性を向上できる。

[0013] この発明の第六態様によれば、ガス軸受装置は、第一から第五態様の何れか一つの態様に係る振動減衰部材を備える。

このようにすることで、ティルティングパッドを用いたガス軸受装置の信頼性を向上することができる。

[0014] この発明の第七態様によれば、ガス軸受装置は、回転軸と、ハウジングと、ピボットと、ティルティングパッドと、振動減衰部材と、を備える。回転軸は、軸線回りに回転する。ハウジングは、前記回転軸を外周側から囲う。ピボットは、前記ハウジングの内面に取り付けられている。ティルティングパッドは、前記ピボットによりティルト方向、ロール方向及びヨー方向に揺動可能に支持されている。ティルティングパッドは、前記軸線を中心とする径方向で外側を向く外周面が、前記ピボットに支持される支持面とされている。ティルティングパッドは、前記径方向で内側を向く内周面が、気体膜を

介して前記回転軸を支持する。振動減衰部材は、前記ティルティングパッドの振動を減衰させる。振動減衰部材は、前記軸線方向を向く前記ティルティングパッドの2つの側面と前記側面と対向する前記ハウジングの内面との間にのみ配置されている。

このようにすることで、ティルティングパッドの側面とハウジングの内面との間にのみ振動減衰部材が配置されるので、ティルト方向やヨー方向へのティルティングパッドの動きが制限されることを抑制できる。更に、最も振動し易いヨー方向へのティルティングパッドの振動は、振動減衰部材によって減衰することができる。

したがって、安定性を向上して、ティルティングパッドと回転軸とが接触することを抑制できる。

[0015] この発明の第八態様によれば、第七態様に係る振動減衰部材は、前記軸線を中心とする周方向に延びるように形成され、前記軸線を中心とした径方向で複数列設けられていてもよい。

このようにすることで、ティルティングパッドの側面とハウジングの内面との間に形成される隙間が小さい場合であっても振動減衰部材を配置することができる。さらに、振動減衰部材一つ当たりの振動減衰性能を小さくしても、振動減衰部材が複数列設けられているので、十分な振動減衰効果を得ることができる。

[0016] この発明の第九態様によれば、第七又は第八態様に係る振動減衰部材は、前記ティルティングパッドの前記軸線を中心とした周方向で間隔をあけて複数設けられていてもよい。

[0017] この発明の第十態様によれば、第八又は第九態様に係る振動減衰部材は、前記ティルティングパッドの前記周方向の両端部にのみ配置されていてもよい。

このようにすることで、軸線を中心とした周方向で振動減衰部材の配置されていない箇所を作ることができる。そのため、ヨー方向への振動減衰性能を調整して、例えば、必要以上にティルティングパッドのヨー方向への動き

が制限されることを抑制できる。

[0018] この発明の第十一態様によれば、第七から第十態様の何れか一つの態様に係るティルティングパッドは、その外周面に前記ピボットから離れる方向で前記ティルティングパッドの厚さを漸次減少させるように傾斜する傾斜面を備えていてもよい。

このようにすることで、ティルティングパッドを軽量化でき、パッド本体の慣性力を低減できる。したがって、回転軸に対するティルティングパッドの追従性を向上して、安定性を向上できる。

[0019] この発明の第十二態様によれば、圧縮機は、第六から第十一態様の何れか一つの態様に係るガス軸受装置を備える。

このようにすることで、圧縮機の回転軸をガス軸受装置によって安定的に支持することができる。さらに、例えば、圧縮機により圧縮した気体の一部をガス軸受装置の潤滑流体として利用できるように、油潤滑軸受装置を用いる場合と比較して、圧縮機の構造が複雑化することを抑制できる。

発明の効果

[0020] 上記ティルティングパッド、ガス軸受装置及び圧縮機によれば、安定性を向上することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0021] [図1]この発明の第一実施形態における圧縮機の概略構成を示す構成図である。

[図2]この発明の第一実施形態におけるティルティングパッドガス軸受装置の全体構成を示す図である。

[図3]この発明の第一実施形態における「——」線に沿うティルティングパッドの断面図である。

[図4]この発明の第一実施形態の第一変形例におけるパッド本体を軸線方向から見た側面図である。

[図5]この発明の第一実施形態の第二変形例における図4に相当する側面図である。

[図6]この発明の第一実施形態の第三変形例における図4に相当する側面図である。

[図7]この発明の第二実施形態におけるパッド本体を軸線方向から見た図である。

[図8]図7のV I I I - V I I I 線に沿う断面図である。

発明を実施するための形態

[0022] 次に、この発明の実施形態に係るティルティングパッド、ガス軸受装置及び圧縮機を図面に基づき説明する。

この実施形態に係る圧縮機としては、遠心圧縮機を一例に説明するが、回転軸の回転に伴い気体の圧縮を行う圧縮機であれば、遠心圧縮機に限られるものではない。

(第一実施形態)

図1は、この発明の第一実施形態における圧縮機の概略構成を示す構成図である。

図1に示すように、この第一実施形態の圧縮機100は、回転軸2と、羽根車3と、ケーシング4と、軸受装置5と、を備えている。

回転軸2は、軸線O方向に延びる円柱状に形成されている。回転軸2の軸線O方向の両端は、軸受装置5によって回転自在に支持されている。

[0023] 羽根車3は、回転軸2の外周面2aに取り付けられている。この羽根車3は、回転軸2と一体に軸線O回りに回転する。羽根車3は、ディスク6とブレード7とを備えている。

ディスク6は、円盤状に形成され、ブレード7は、このディスク6における軸線O方向の片側の面に設けられている。この実施形態における回転軸2には、複数の羽根車3が軸線O方向に配列されている場合を例示しているが、羽根車3は一つだけ設けられていても良い。

[0024] ケーシング4は、回転軸2及び羽根車3を内部に收容する。ケーシング4は、更に、流体を流通させるための流体流路8を形成する。このケーシング4は、軸線O方向の第一側に、外部から流体を導入するための導入口9を備

えている。さらに、ケーシング4は、の軸線O方向の第二側に、流体流路8を通じて圧送された流体を吐出する吐出口10を備えている。

[0025] 軸受装置5は、ティルティングパッドガス軸受装置（ガス軸受装置）5aと、スラスト軸受装置5bとからなる。ティルティングパッドガス軸受装置5aは、軸線O方向におけるケーシング4の両端において回転軸2のラジアル荷重を支える、いわゆるジャーナル軸受である。スラスト軸受装置5bは、回転軸2の軸線O方向の荷重を支えている。

[0026] 図2は、この発明の第一実施形態におけるティルティングパッドガス軸受装置の全体構成を示す図である。

図2に示すように、ティルティングパッドガス軸受装置5aは、ハウジング11と、ピボット12と、ティルティングパッド13Aと、を備えている。この実施形態におけるティルティングパッドガス軸受装置5aは、上述した吐出口10から吐出された流体であるガスGの一部を潤滑流体として回転軸2を支持する。

[0027] ハウジング11は、回転軸2を外周側から覆っている。このハウジング11は、軸線O方向に連続する断面円形の空間を内部に形成する。この第一実施形態の説明においては、ハウジング11がケーシング4と一体に形成されているが、ケーシング4とティルティングパッドガス軸受装置5aのハウジング11とは、個別に形成しても良い。

[0028] ピボット12は、ハウジング11の内面11aに取り付けられている。ピボット12は、軸線Oを中心とする周方向に間隔をあけて複数（図1の例では4つ）設けられている。一つのピボット12は、一つのティルティングパッド13Aを支持している。これらピボット12は、ティルティングパッド13Aをそれぞれティルト方向、ロール方向及びヨー方向に揺動可能に支持している。

[0029] ティルト方向の揺動とは、軸線O方向から見て、ピボット12の位置を支点として、ティルティングパッド13Aの両端部がそれぞれ回転軸2に対して接近及び離間する方向に傾く動きである。ロール方向の動きとは、ティル

ティングパッド１３Ａが、軸線Ｏ方向に傾く動きである。ヨー方向の動きとは、ティルティングパッド１３Ａがピボット１２の軸線を中心とした周方向へ回転する動きである。

[0030] ティルティングパッド１３Ａは、ハウジング１１の内面１１ａと回転軸２の外周面２ａとによって形成される筒状の内部空間１４に収容されている。ティルティングパッド１３Ａは、ピボット１２によりそれぞれティルト方向、ロール方向及びヨー方向に揺動可能に支持されている。つまり、ティルティングパッド１３Ａは、ピボット１２と同様に、軸線Ｏを中心とする周方向に間隔をあけて複数（図１の例では４つ）設けられている。これらティルティングパッド１３Ａは、パッド本体１５Ａと、振動減衰部材１６Ａとを備えたものと、パッド本体１５Ａのみを備えたものがある。

[0031] パッド本体１５Ａは、軸線Ｏに向かって凹となる断面円弧状に湾曲した板状に形成されている。パッド本体１５Ａの湾曲方向内側の内周面（言い換えれば、軸線Ｏを中心とする径方向で内側を向く面）は、回転軸２を支持するパッド面１７となっている。パッド面１７は、その曲率半径が、回転軸２の外周面２ａの曲率半径よりやや大きく形成されている。パッド本体１５Ａの湾曲方向外側の外周面（言い換えれば、軸線Ｏを中心とする径方向で外側を向く面）は、ピボット１２に支持される支持面１８となっている。

[0032] パッド面１７は、回転軸２の周囲に存在するガスＧにより形成される気体膜を介して回転軸２を支持する。回転軸２の周囲に存在するガスＧは、回転軸２の回転に伴って回転軸２の外周面２ａとパッド本体１５Ａのパッド面１７との間に引き込まれて、ガスＧからなる膜（気膜）を形成する。パッド面１７には、ＰＥＥＫ（ポリエーテルエーテルケトン）等の合成樹脂の層や、軸受用の金属の層を設けるようにしても良い。また、外周面２ａとパッド面１７との間にピボット１２を介して高圧のガスを供給するようにしても良い。

[0033] 図３は、この発明の第一実施形態におけるⅠⅠⅠ－ⅠⅠⅠ線に沿うティルティングパッドの断面図である。

振動減衰部材 16 A は、パッド本体 15 A の振動を減衰させる。より具体的には、振動減衰部材 16 A は、パッド本体 15 A のヨー方向への振動を主に減衰させる目的で設けられている。図 2、図 3 に示すように、振動減衰部材 16 A は、軸線 O 方向を向くパッド本体 15 A の 2 つの側面 19 a, 19 b に取り付けられている。言い換えれば、振動減衰部材 16 A は、側面 19 a, 19 b と、これら側面 19 a, 19 b に対向するハウジング 11 の内面 11 a との間にのみ配置されている。更に言い換えれば、振動減衰部材 16 A は、軸線 O を中心とする周方向を向くパッド本体 15 A の端面 20 (図 2 参照) には設けられていない。

[0034] 振動減衰部材 16 A は、パッド本体 15 A の振動を減衰できるものであればよく、様々な振動減衰要素を用いることが可能である。振動減衰部材 16 A としては、例えば、弾性変形可能な材料で形成された振動減衰部材 16 A を用いることができる。弾性変形可能な材料としては、例えば、ゴム、ゲル(シリコン)等の材料を例示できる。

[0035] この第一実施形態における振動減衰部材 16 A は、軸線 O を中心とする周方向に延びるように形成されている。この振動減衰部材 16 A は、断面円形の柱状に形成されている。上述したパッド本体 15 A の側面 19 a, 19 b には、振動減衰部材 16 A を収める溝 21 が形成されている。振動減衰部材 16 A は、この溝 21 の内部に固定されている。

[0036] 振動減衰部材 16 A は、例えば、軸線 O を中心とした径方向におけるパッド本体 15 A の厚さ寸法の 10% 程度の線径を有している。また、パッド本体 15 A の溝 21 は、振動減衰部材 16 A の硬度(例えば、70 度程度)に応じた適切な潰し代(例えば、20%)が得られる大きさに形成されている。

[0037] この第一実施形態におけるティルティングパッド 13 A は、上述した振動減衰部材 16 A を、側面 19 a と側面 19 b とにそれぞれ一本ずつ備えている。振動減衰部材 16 A は、軸線 O 方向から見て、パッド面 17 と平行に延びる弧状に配置されている。この実施形態における振動減衰部材 16 A は、

パッド本体 15 A に対して、パッド本体 15 A の厚さ方向の中央に配置されている場合を例示している。しかし、振動減衰部材の配置（パッド本体 15 A の厚さ方向の位置）は、上記位置に限られない。

[0038] 第一実施形態において、4つのティルティングパッド 13 A は、軸線 O を通る水平線 H を境界にして、上下に2つずつ配置されている。この水平線 H よりも下方すなわち軸線 O よりも下方に配置される2つのティルティングパッド 13 A のみに振動減衰部材 16 A が設けられている。これは、下方に配置される2つのティルティングパッド 13 A の方が、上方に配置される2つのティルティングパッド 13 A よりも、回転軸 2 から受ける荷重が大きく、パッド本体 15 A の振動が大きくなるためである。下方に配置される2つのティルティングパッド 13 A にのみ振動減衰部材 16 A を設ける場合について説明したが、全てのティルティングパッド 13 A に振動減衰部材 16 A を設けても良い。

[0039] したがって、上述した第一実施形態によれば、パッド本体 15 A の側面 19 a, 19 b とハウジング 11 の内面 11 a との間にのみ振動減衰部材が配置されるので、ティルト方向やヨー方向へのパッド本体 15 A の動きが制限されることを抑制できる。さらに、最も振動し易いヨー方向へのパッド本体 15 A の振動は、振動減衰部材 16 A によって減衰することができる。

その結果、ティルティングパッド 13 A の安定性を向上して、ティルティングパッド 13 A と回転軸 2 とが接触することを抑制できる。

[0040] （第一実施形態の第一変形例）

図 4 は、この発明の第一実施形態の第一変形例におけるパッド本体を軸線方向から見た側面図である。

上述した第一実施形態においては、振動減衰部材 16 A が側面 19 a, 19 b にそれぞれ一列ずつ設けられている場合について説明した。

しかし、図 4 に示すティルティングパッド 13 B のように、振動減衰部材 16 B を複数列（例えば、二列）設けても良い。これら振動減衰部材 16 B は、軸線 O 方向から見て、パッド面 17 に対して平行に延びるとともに、上

下方向で隣り合う振動減衰部材 1 6 B に対して間隔をあけて配置されている。この間隔は、上下方向で隣り合う振動減衰部材 1 6 B 同士が接触しないように形成されており、例えば、振動減衰部材 1 6 B の線径よりも大きくしてもよい。これら第一変形例における振動減衰部材 1 6 B の線径は、第一実施形態の振動減衰部材 1 6 A よりも、一本当たりの線径を小さくしている。

[0041] この第一変形例のように構成することで、振動減衰部材 1 6 B の一本当たりの太さを小さくすることができるため、パッド本体 1 5 A の側面 1 9 a, 1 9 b とハウジング 1 1 の内面 1 1 a との間に形成される隙間が小さい場合であっても振動減衰部材 1 6 B を配置することができる。さらに、振動減衰部材 1 6 B 一本当たりの振動減衰性能を小さくしても、振動減衰部材 1 6 B が複数列設けられているので、十分な振動減衰効果を得ることができる。振動減衰部材 1 6 B は三列以上設けるようにしても良い。図 4 においては、側面 1 9 a のみを示しているが、側面 1 9 b も同様である（以下、第二、第三変形例も同様）。

[0042] （第一実施形態の第二変形例）

図 5 は、この発明の第一実施形態の第二変形例における図 4 に相当する側面図である。

上述した第一実施形態及び第一変形例においては、振動減衰部材 1 6 A が、軸線 O を中心とする周方向において、第一の端面 2 0 の位置から第二の端面 2 0 の位置に至るように連続して形成される場合について説明した。

[0043] しかし、図 5 に示すティルティングパッド 1 3 C のように、側面 1 9 a において、振動減衰部材 1 6 C を上記周方向に間隔をあけて複数設けるようにしても良い（側面 1 9 b も同様）。特に、第二変形例の振動減衰部材 1 6 C は、軸線 O を中心とする周方向における側面 1 9 a, 1 9 b の端部 2 2 a, 2 2 b （両端部）にのみ配置されている。これら振動減衰部材 1 6 C の周方向の長さは、必要な振動減衰性能や、ティルト方向及びロール方向へのパッド本体 1 5 A の動き易さ等により決定すればよい。この第二変形例における振動減衰部材 1 6 C は、上述した第一実施形態の振動減衰部材 1 6 A と長さ

のみが異なり、その線径やパッド本体 1 5 A の厚さ方向の配置については第一実施形態と同様にすることができる（以下、第三変形例も同様）。

[0044] この第二変形例のように構成することで、軸線 O を中心とした周方向で振動減衰部材 1 6 C の配置されていない箇所を作ることができる。そのため、ヨー方向への振動減衰性能を調整して、例えば、必要以上にパッド本体 1 5 A のヨー方向への動きが制限されることを抑制できる。

[0045] さらに、振動減衰部材 1 6 C が、ティルティングパッド 1 3 C のうちピボット 1 2 を中心としたヨー方向への動きが大きい端部 2 2 a, 2 2 b にのみ配置されている。そのため、ヨー方向への振動減衰性能を効率よく発揮させることができる。

この第二変形例においては、軸線 O を中心とする周方向に間隔をあけて 2 つの振動減衰部材 1 6 C を配置する場合について説明した。しかし、周方向に間隔をあけて配置される振動減衰部材 1 6 C の数量は、2 つに限られない。例えば、3 つ以上としても良い。

[0046] （第一実施形態の第三変形例）

図 6 は、この発明の第一実施形態の第三変形例における図 4 に相当する側面図である。

上述した第二変形例においては、軸線 O を中心とする周方向に間隔をあけて 2 つ以上の振動減衰部材 1 6 C を設ける場合について説明した。

しかし、図 6 に示す第三変形例のティルティングパッド 1 3 D のように、軸線 O を中心とする周方向で、側面 1 9 a, 1 9 b の中央部にのみ振動減衰部材 1 6 D を設けるようにしても良い。

この第三変形例のようにすることで、第二変形例で示した振動減衰部材 1 6 C の配置よりも小さいヨー方向への振動減衰性能をパッド本体 1 5 A へ付与することができる。

軸線 O を中心とする周方向における振動減衰部材の配置は、第二、第三変形例の振動減衰部材 1 6 C と振動減衰部材 1 6 D との配置に限られない。例えば、軸線 O を中心とする周方向で、上述した端部 2 2 a, 2 2 b と中央部

との間に配置しても良い。

[0047] (第二実施形態)

次に、この発明の第二実施形態を図面に基づき説明する。この第二実施形態は、上述した第一実施形態に対して、パッド本体の形状のみが相違する。そのため、上述した第一実施形態と同一部分に同一符号を付して説明するとともに、重複する説明を省略する。

図7は、この発明の第二実施形態におけるパッド本体を軸線方向から見た図である。図8は、図7のV I I I - V I I I 線に沿う断面図である。

[0048] 図7、図8に示すように、この第二実施形態におけるティルティングパッド13Eのパッド本体15Bは、ピボット12から離れる方向で、パッド本体15Bの厚さを漸次減少させるように傾斜する傾斜面23を備えている。

[0049] 図7、図8に示す二点鎖線は、パッド本体15Bのパッド面17と回転軸2の外周面2a(図2参照)との間の圧力分布を示している。二点鎖線がパッド面17から離れる位置ほど圧力が高くなっている。すなわち、パッド面17と回転軸2の外周面2aとの間の圧力は、パッド本体15Bのピボット12付近が最も高くなる。パッド面17と外周面2aとの間の圧力は、ピボット12から遠いパッド面17の外縁付近において、ピボット12から離れるにつれて漸次減少している。

[0050] つまり、軸線Oを中心とした径方向におけるパッド本体15Bの厚さは、その径方向の内側に配置されるパッド面17と回転軸2の外周面2aとの間の圧力の大きさに応じた厚さとされている。さらに言い換えれば、パッド本体15Bは、パッド面17と回転軸2の外周面2aとの間の圧力が小さいパッド本体15Bの外縁付近の厚さが、ピボット12付近の厚さよりも小さく形成されている。

[0051] この第二実施形態における傾斜面23は、パッド面17と回転軸2の外周面2aとの間の圧力分布に応じた傾斜角度で形成されている。つまり、パッド本体15Bの外縁付近において圧力が急激に低下する場合には、傾斜面23の傾斜角度が急になり、その一方で、圧力が緩やかに低下する場合には、

傾斜面 2 3 の傾斜角度が緩やかになっている。この実施形態において、傾斜面 2 3 が平面で形成される場合について説明したが、階段状や曲面状及びこれらの組合せ等によって形成するようにしても良い。

[0052] 第二実施形態のティルティングパッド 1 3 E は、上述した第一実施形態と同様に、パッド本体 1 5 A の側面 1 9 a, 1 9 b と回転軸 2 の外周面 2 a との間にのみ振動減衰部材 1 6 A が設けられている。第二実施形態の振動減衰部材 1 6 A は、第一実施形態の振動減衰部材 1 6 A に限られず、例えば、第一実施形態の第一変形例から第三変形例の振動減衰部材 1 6 B, 1 6 C, 1 6 D を用いるようにしても良い。

[0053] したがって、上述した第二実施形態によれば、パッド本体 1 5 B の厚さを部分的に小さくした分だけ軽量化できる。そのため、パッド本体 1 5 B の慣性力を低減できる。その結果、振動減衰部材 1 6 A ~ 1 6 D によりパッド本体 1 5 B のヨー方向への振動を減衰させつつ、回転軸 2 に対するパッド本体 1 5 B の追従性を向上して、安定性を向上できる。

[0054] (その他変形例)

この発明は上述した各実施形態及び各変形例の構成に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で設計変更可能である。

例えば、上述した各実施形態及び各変形例においては、振動減衰部材 1 6 A, 1 6 B, 1 6 C, 1 6 D が、パッド本体 1 5 A, 1 5 B に設けられている場合について説明した。しかし、振動減衰部材 1 6 A, 1 6 B, 1 6 C, 1 6 D は、例えば、ハウジング 1 1 に設けるようにしても良い。

[0055] 上述した第一実施形態においては、圧縮機 1 0 0 のガス軸受装置 1 を一例に説明した。しかし、このガス軸受装置 1 は、圧縮機 1 0 0 に用いられるものに限られない。すなわち、圧縮機 1 0 0 以外の回転機械の軸受装置としても利用できる。

[0056] 上述した各実施形態においては、ゴム、シリコン等の材料からなる振動減衰部材を例示した。しかし、この発明の振動減衰部材は、パッド本体 1 5 A, 1 5 B のヨー方向の振動を減衰できる構成であれば上記構成に限られない

。振動減衰部材としては、例えば、オイルダンパー等であってもよい。

[0057] 上述した各実施形態においては、断面円形の柱状に形成された振動減衰部材 16 A, 16 B, 16 C, 16 D を例示した。しかし、振動減衰部材 16 A, 16 B, 16 C, 16 D の形状は、断面円形や柱状に限られない。例えば、断面が多角形状や楕円形状の柱状に形成したものを用いたり、球状や多面体形状の振動減衰部材を用いたりしても良い。

産業上の利用可能性

[0058] この発明は、ティルティングパッド、ガス軸受装置及び圧縮機に適用できる。この発明によれば、安定性を向上することが可能となる。

符号の説明

- [0059] 1 ガス軸受装置
- 2 回転軸
 - 2 a 外周面
 - 3 羽根車
 - 4 ケーシング
 - 5 a ティルティングパッドガス軸受装置
 - 5 b スラスト軸受装置
 - 6 ディスク
 - 7 ブレード
 - 8 流体流路
 - 9 導入口
 - 10 吐出口
 - 11 ハウジング
 - 11 a 内面
 - 12 ピボット
 - 13 A, 13 B, 13 C, 13 D, 13 E ティルティングパッド
 - 14 内部空間
 - 15 A, 15 B パッド本体

1 6 A, 1 6 B, 1 6 C, 1 6 D 振動減衰部材

1 7 パッド面

1 8 支持面

1 9 a, 1 9 b 側面

2 0 端面

2 1 溝

2 2 a, 2 2 b 端部

2 3 傾斜面

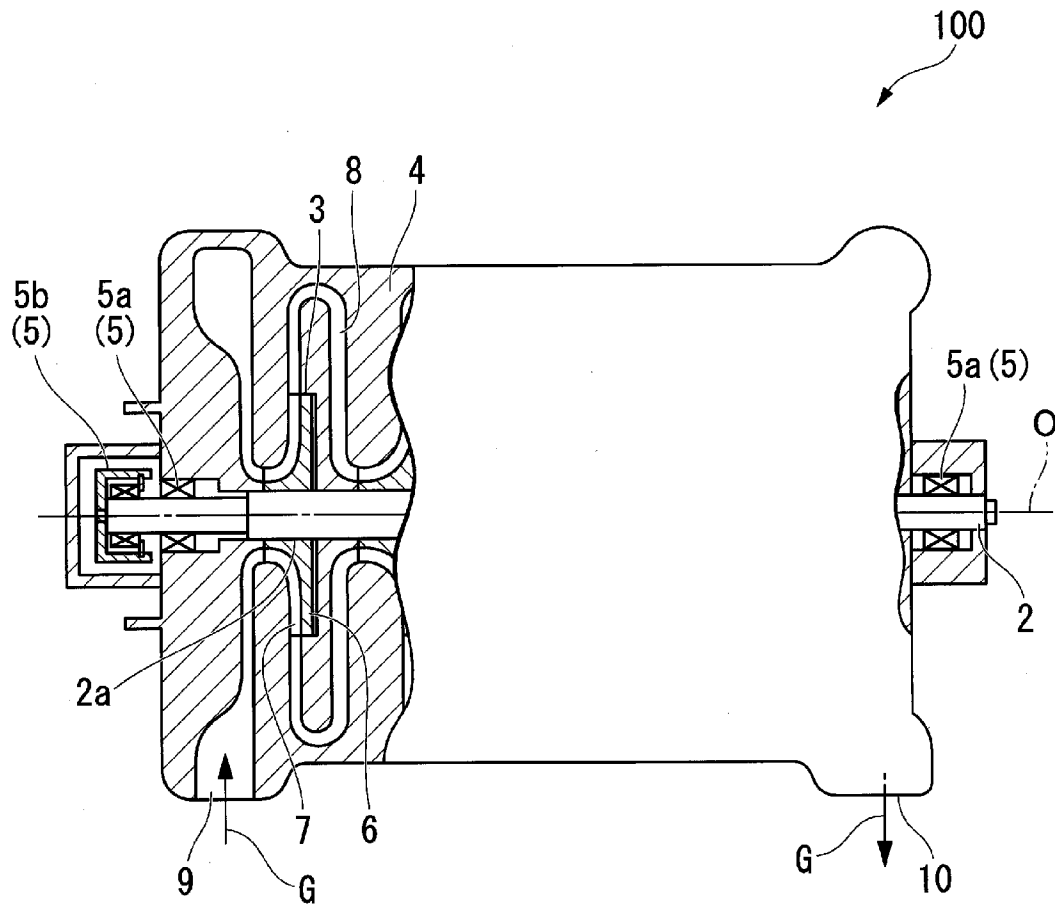
1 0 0 圧縮機

請求の範囲

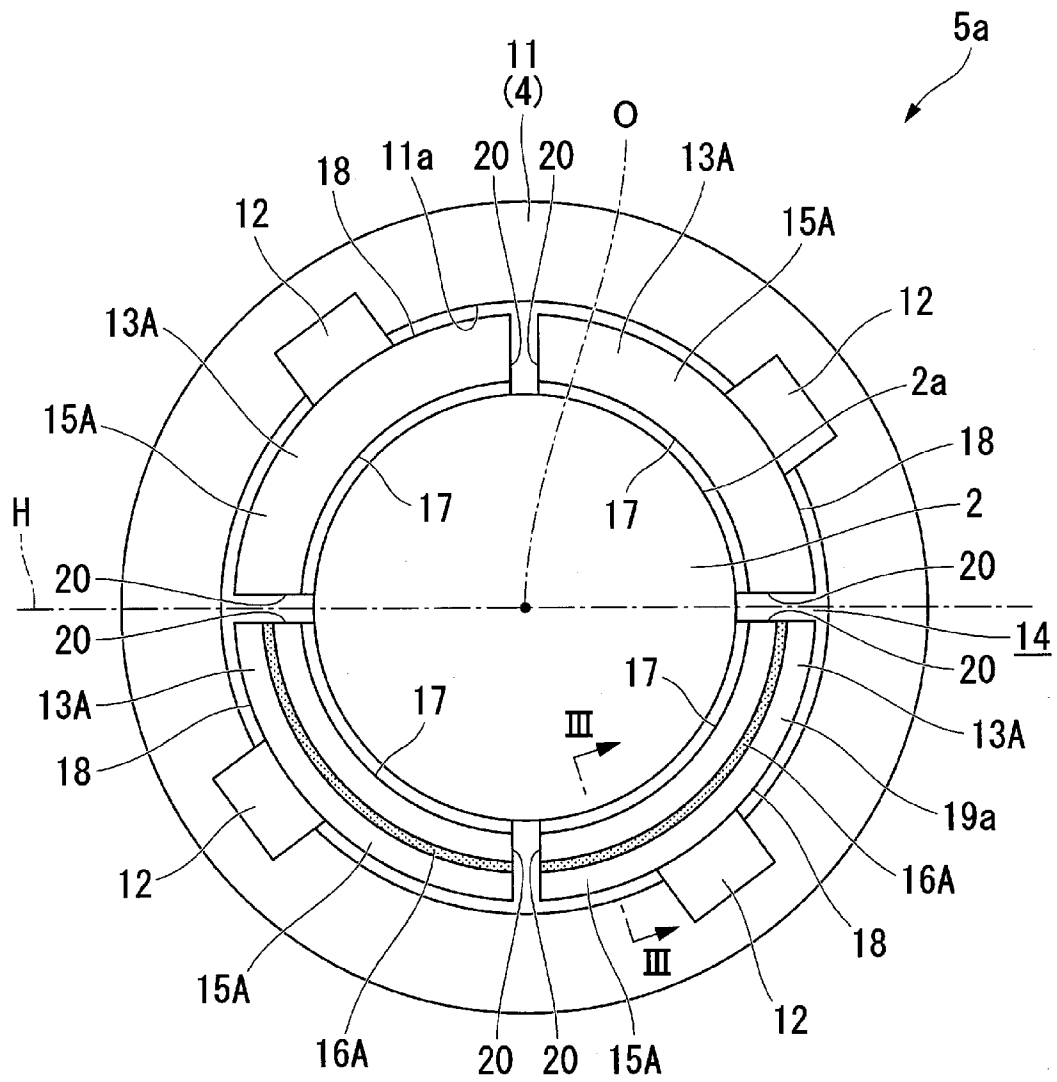
- [請求項1] 軸線回りに回転する回転軸を外周側から囲うハウジングの内面にピボットを介して支持されるとともに、前記ピボットによりティルト方向、ロール方向及びヨー方向に揺動可能に支持されて、気体膜を介して前記回転軸を支持可能なティルティングパッドであって、
- 前記軸線を中心とする径方向で外側を向く外周面が前記ピボットに支持される支持面とされ、前記径方向で内側を向く内面が気体膜を介して前記回転軸を支持するパッド面とされたパッド本体と、
- 前記軸線方向を向く前記パッド本体の2つの側面と前記側面と対向する前記ハウジングの内面との間にのみ配置されて、前記パッド本体の振動を減衰させる振動減衰部材と、を備えるティルティングパッド。
- [請求項2] 前記振動減衰部材は、
- 前記軸線を中心とする周方向に延びるように形成され、前記軸線を中心とした径方向で複数列設けられている請求項1に記載のティルティングパッド。
- [請求項3] 前記振動減衰部材は、
- 前記パッド本体の前記軸線を中心とした周方向で間隔をあけて複数設けられている請求項1に記載のティルティングパッド。
- [請求項4] 前記振動減衰部材は、
- 前記軸線を中心とする周方向の両端部にのみ配置されている請求項1又は2に記載のティルティングパッド。
- [請求項5] 前記パッド本体は、
- その外周面に前記ピボットから離れる方向で前記パッド本体の厚さを漸次減少させるように傾斜する傾斜面を備える請求項1から4の何れか一項に記載のティルティングパッド。
- [請求項6] 請求項1から5の何れか一項に記載のティルティングパッドを備えるガス軸受装置。

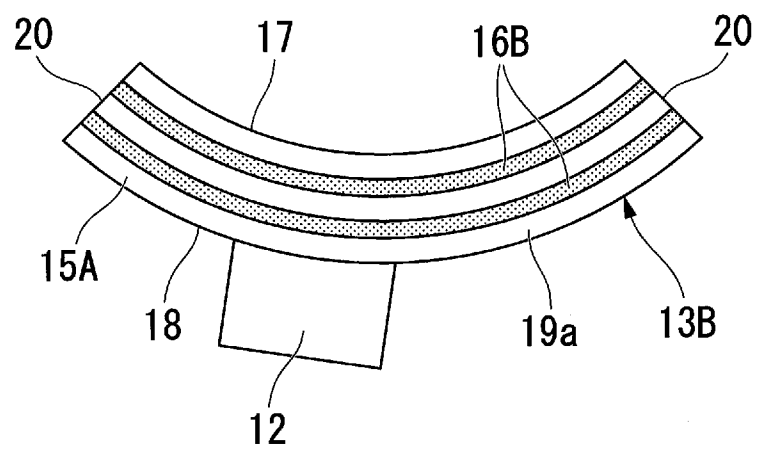
- [請求項7] 軸線回りに回転する回転軸と、
前記回転軸を外周側から囲うハウジングと、
前記ハウジングの内面に取り付けられたピボットと、
前記ピボットによりティルト方向、ロール方向及びヨー方向に揺動可能に支持されて前記軸線を中心とする径方向で外側を向く外周面が、前記ピボットに支持される支持面とされ、前記径方向で内側を向く内面が、気体膜を介して前記回転軸を支持するティルティングパッドと、
前記軸線方向を向く前記ティルティングパッドの2つの側面と前記側面と対向する前記ハウジングの内面との間にのみ配置されて、前記ティルティングパッドの振動を減衰させる振動減衰部材と、を備えるガス軸受装置。
- [請求項8] 前記振動減衰部材は、
前記軸線を中心とする周方向に延びるように形成され、前記軸線を中心とした径方向で複数列設けられている請求項7に記載のガス軸受装置。
- [請求項9] 前記振動減衰部材は、
前記ティルティングパッドの前記軸線を中心とした周方向で間隔をあけて複数設けられている請求項7又は8に記載のガス軸受装置。
- [請求項10] 前記振動減衰部材は、
前記ティルティングパッドの前記周方向の両端部にのみ配置されている請求項8又は9に記載のガス軸受装置。
- [請求項11] 前記ティルティングパッドは、
その外周面に前記ピボットから離れる方向で前記ティルティングパッドの厚さを漸次減少させるように傾斜する傾斜面を備える請求項7から10の何れか一項に記載のガス軸受装置。
- [請求項12] 請求項6から11の何れか一項に記載のガス軸受装置を備える圧縮機。

[図1]

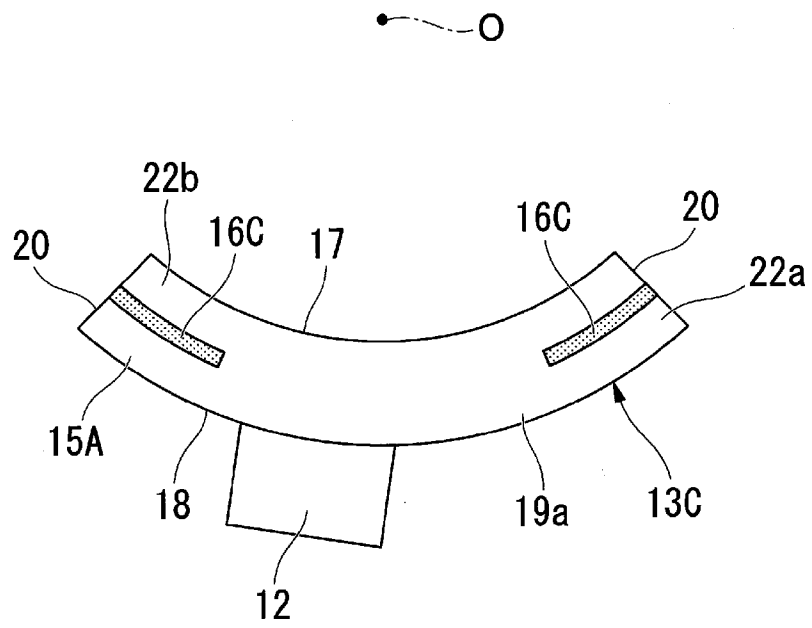


[図2]

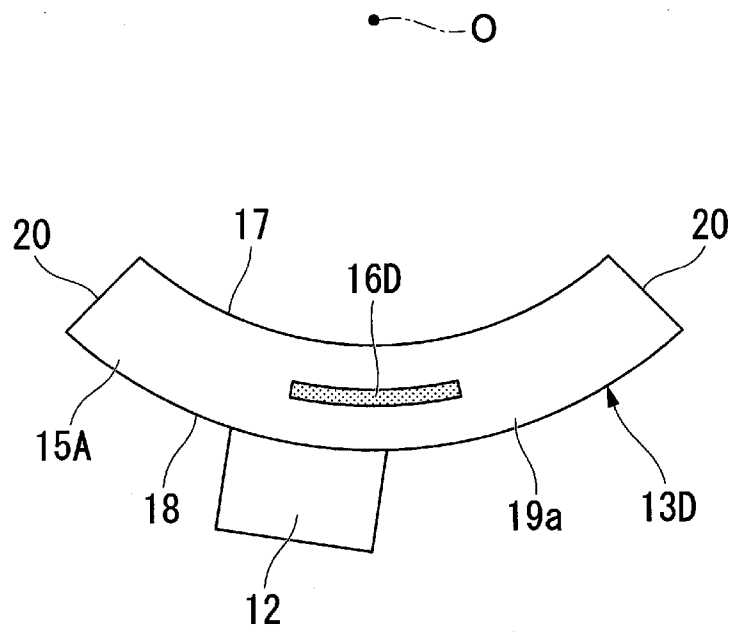




[図5]



[図6]



A cross-sectional view of a hemispherical lens assembly. A rectangular block 12 is positioned on top of a trapezoidal block 18. The trapezoidal block 18 is filled with diagonal hatching. Below the trapezoidal block 18 is a hemispherical lens 17. The lens 17 is shown with a dashed line for its curved bottom surface. The top surface of the lens 17 is in contact with the bottom surface of the trapezoidal block 18. The contact points are labeled 19a and 19b. The top surface of the lens 17 is also labeled 16A. The top surface of the trapezoidal block 18 is labeled 23.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/025265

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16C17/03(2006.01)i, F04D29/057(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F16C17/03, F04D29/057

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2017
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2017	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2017

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 57255/1981(Laid-open No. 169819/1982) (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 26 October 1982 (26.10.1982), page 1, lines 12 to 16; page 3, line 12 to page 6, line 5; fig. 2, 3 (Family: none)	1, 5-7, 11-12 2-4, 8-10
Y	JP 2002-13528 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 18 January 2002 (18.01.2002), paragraph [0020]; fig. 5(B) (Family: none)	1, 5-7, 11-12

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
29 August 2017 (29.08.17)

Date of mailing of the international search report
05 September 2017 (05.09.17)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F16C17/03(2006.01)i, F04D29/057(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F16C17/03, F04D29/057

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2017年
日本国実用新案登録公報	1996-2017年
日本国登録実用新案公報	1994-2017年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	日本国実用新案登録出願 56-57255 号(日本国実用新案登録出願公開 57-169819 号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (石川島播磨重工業株式会社) 1982.10.26, 第1頁第12-16行目, 第3頁第12行目-第6頁第5行目, 第2, 3図 (ファミリーなし)	1, 5-7, 11-12 2-4, 8-10
Y	JP 2002-13528 A (三菱重工業株式会社) 2002.01.18, 段落 0020, 図 5(B) (ファミリーなし)	1, 5-7, 11-12

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

29.08.2017

国際調査報告の発送日

05.09.2017

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

前田 浩

3 J

2943

電話番号 03-3581-1101 内線 3328