

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2001年1月25日 (25.01.2001)

PCT

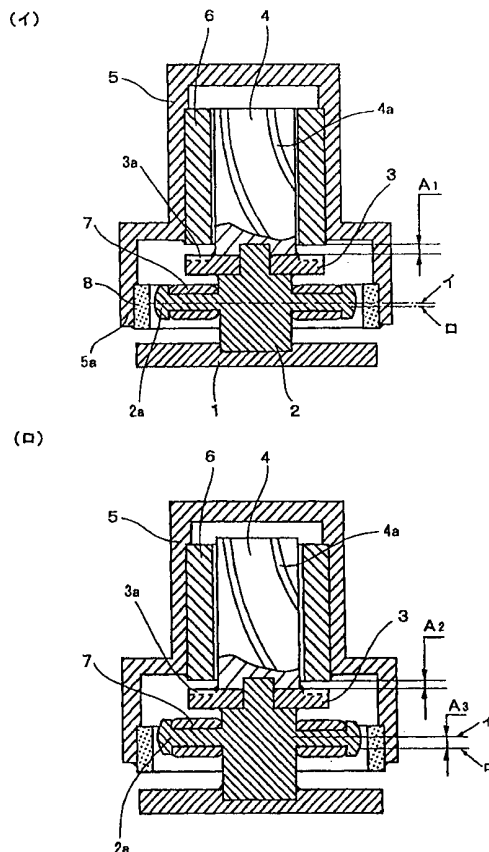
(10) 国際公開番号
WO 01/06621 A1

- (51) 国際特許分類7: H02K 7/09, F16C (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 住友電気工業株式会社 (SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒541-0041 大阪府大阪市中央区北浜四丁目5番33号 Osaka (JP).
17/10, 33/24, F32C 32/00
- (21) 国際出願番号: PCT/JP00/04626
- (22) 国際出願日: 2000年7月10日 (10.07.2000) (71) 出願人 および (72) 発明者: 小村 修 (KOMURA, Osamu) [JP/JP]. 竹内久雄 (TAKEUCHI, Hisao) [JP/JP]. 大槻 誠 (OTSUKI, Makoto) [JP/JP]. 村部 馨 (MURABE, Kaoru) [JP/JP]; 〒664-0016 兵庫県伊丹市昆陽北一丁目1番1号 住友電気工業株式会社 伊丹製作所内 Hyogo (JP).
- (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: (74) 代理人: 上代哲司, 外 (JODAI, Tetsuji et al.); 〒554-0024 大阪府大阪市此花区島屋一丁目1番3号 住友電気工業株式会社内 Osaka (JP).
特願平11/199969 1999年7月14日 (14.07.1999) JP

[続葉有]

(54) Title: SPINDLE MOTOR

(54) 発明の名称: スピンドルモータ



(57) Abstract: Means to prevent wear from occurring due to a contact sliding of a thrust dynamic pressure bearing surface at the time of start of a spindle motor, wherein a cylindrical column (4) of a radial dynamic pressure bearing having a radial dynamic pressure generating groove in the outer peripheral surface thereof and a disk (3) of a thrust dynamic pressure bearing having a thrust dynamic pressure generating groove in the upper surface thereof are installed at the axial upper end of a stator core (2) having a stator (2a) with a motor coil (7) wound thereon, a cylinder (6) having a smooth inner surface facing the cylindrical column (4) of the radial dynamic pressure bearing and a rotor magnet (8) facing the motor coil (7) are disposed in a hub (5) as a rotating member, and a load in radial direction is supported by the radial dynamic pressure bearing and a load in thrust direction is supported by the combined use of a magnetic bearing comprising the stator (2a) and rotor magnet (8) and the thrust dynamic pressure bearing.

[続葉有]



WO 01/06621 A1



(81) 指定国 (国内): JP, KR, US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(57) 要約:

スピンドルモータの起動時のスラスト動圧軸受面の接触摺動による磨耗を防止する手段を提供する。

モーターコイル7を巻装するステータ2 aを備えたステータコア2の軸心上の上端に、外周面にラジアル動圧発生溝を有するラジアル動圧軸受の円柱4と、上面にスラスト動圧発生溝を有するスラスト動圧軸受の円盤3とを備え、回転部材としてのハブ5に、前記ラジアル動圧軸受の円柱4に対面する内面が平滑である円筒6と、前記モーターコイル7に対面するロータマグネット8を配設し、ラジアル方向の荷重を前記ラジアル動圧軸受によって支持し、スラスト方向の荷重を前記ステータ2 aと前記ロータマグネット8によって構成されている磁気軸受及び前記スラスト動圧軸受とを併用して支持する。

明細書

スピンドルモータ

5 技術分野

本発明は、ラジアル動圧軸受とスラスト動圧軸受とを有する空気動圧軸受を備えたスピンドルモータであって、このスピンドルモータを磁気ディスク、光ディスク、ポリゴンミラー等の回転体の駆動源とした回転装置において、特にその起動時のスラスト動圧軸受面の接触摺動による磨耗を防止する構造に関する。

10

背景技術

磁気ディスク、光ディスク、ポリゴンミラー等の回転体装置において、回転体の駆動源に、空気動圧軸受を備えたスピンドルモータが採用されていることは公知である。これは、空気動圧軸受は構造が単純で小型化が可能なこと、定常回転中は非接触で回転するから、軸受けに起因する振動や回転むらがなく、しかも高速耐久性に優れていること、更に油やグリース等を用いないから潤滑剤の飛散による汚染が全くないこと等の特徴を有するからである。

しかしながら、空気動圧軸受を備えたスピンドルモータは、停止時にスラスト軸受の動圧発生面が接触しているため、起動初期に接触摺動してスラスト軸受の動圧発生面が磨耗するという問題がある。この問題を解決するために、停止時にはスラスト軸受の動圧発生面を浮かせて、スラスト荷重を固定部材であるラジアル動圧軸受の円柱の軸心部で受け、スピンドルモータの回転数の上昇に伴って発生するラジアル動圧発生溝の推力によって円柱軸心部を離間させ、スラスト軸受の隙間を設定値に維持する手段がある。

25 特開平11-69715号公報に、その実施例が提案されている。図10は、そのシャフト固定型スピンドルモータ100の構造を示すものである。101はステータ110のベースプレート、102はベースプレート101に立設されたシャフト兼用の円柱部材で、103は閉塞端を有する円筒部材である。円筒部材

1 0 3は、閉塞端を上向きにして円柱部材1 0 2に回転可能に嵌合されている。円筒部材1 0 3の外周には、ドーナツ盤状のスラスト部材1 0 4が一体に形成され、対向する位置に、ベースプレート1 0 1に係合するカバー1 0 5を介してスラスト押さえ部材1 0 6が設けられている。円筒部材1 0 3と一体に形成された

5 ハブ1 0 7に、回転体としてのロータ1 0 8が固定される。ロータ磁石1 0 9は、円筒部材1 0 3の下端の外周面に設けられ、対向する位置に、ベースプレート1 0 1から伸びるステータ1 1 0に巻かれたモータコイル1 1 1が配置される。

スピンドルモータ1 0 0の停止時には、ハブ1 0 7を含むロータ1 0 8の自重で円筒部材1 0 3の閉塞端と円柱部材1 0 2の頂点は接触し、スラスト部材1 0

10 4とスラスト押さえ部材1 0 6の隙間は充分確保されている。モータコイル1 1 1に通電されると、ロータ1 0 8側から見て円筒部材1 0 3が時計廻りに回転する。そして、その回転数が上がるにつれ、円柱部材1 0 2の外周面の上部に偏って設けるヘリングボーン溝1 1 2で推力が発生し、円筒部材1 0 3の閉塞端と円柱部材1 0 2の頂点は離間する。同時に、スラスト部材1 0 4の上面に設けるス

15 パイラル溝（図示せず）の発生するスラスト動圧によって、スラスト押さえ部材1 0 6との隙間は接近し、推力とスラスト動圧がバランスする位置にロータ1 0 8は浮上する。

上述の如く構成したことにより、スラスト部材1 0 4とスラスト押さえ部材1 0 6が定常回転中に接触摺動することは回避され、該部で磨耗が全く発生しないと説明されている。さらに、ロータ1 0 8は、ラジアル動圧軸受のヘリングボーン溝1 1 2で発生する推力によって上昇するため、空気動圧軸受以外の余分の追加手段を省いたコンパクトなスピンドルモータが得られると説明されている。

しかしながら、図1 0のスピンドルモータの構造では、円筒部材1 0 3の外周に設けるスラスト部材1 0 4にスパイラル溝を加工しなければならず、形状が複雑になり、一体に形成するのは不経済である。又、スラスト押さえ部材1 0 6は、

25 浮上してくるスラスト部材1 0 4の上方に位置するため、ベースプレート1 0 1とカバー1 0 5に芯出しのための加工が必要で形状が複雑になり、組立てが難しい。さらに、これ等の関係部材の集積誤差によつて、スラスト動圧軸受の隙間

を数マイクロオーダーで維持することは極めて困難である。そこで本発明は、上記の問題を解決するために、停止時も固定部材と回転部材との接触を断つことができるスピンドルモータを提供するものである。

5 発明の開示

実施例1として、モーターコイルを巻装するステータを備えたステータコアの軸心上の上端に、外周面にラジアル動圧発生溝を有するラジアル動圧軸受の円柱と、上面にスラスト動圧発生溝を有するスラスト動圧軸受の円盤とを備え、回転部材としてのハブに、ラジアル動圧軸受の円柱に対面する内面が平滑である円筒と、モータコイルに対面するロータマグネットを配設し、ラジアル方向の荷重をラジアル動圧軸受によって支持し、スラスト方向の荷重をステータとロータマグネットによって構成されている磁気軸受及び前記スラスト動圧軸受とを併用して支持する。

実施例2として、外周にロータマグネットを配置したモータ軸の上端に回転部材としてのハブを備え、下方には、下面にスラスト動圧発生溝を有するスラスト動圧軸受の円盤と、外周面にラジアル動圧発生溝を有するラジアル動圧軸受の円柱とを備え、固定部材としてのケースに、ラジアル動圧軸受の円柱に対面する内面が平滑である円筒と、ロータマグネットに対面するモーターコイルを巻装するステータとを備え、ラジアル方向の荷重をラジアル動圧軸受によって支持し、スラスト方向の荷重をステータとロータマグネットによって構成されている磁気軸受及びスラスト動圧軸受とを併用して支持する。

実施例3として、モーターコイルを巻装するステータを備えたステータコアの軸心上の上端に、外周面にラジアル動圧発生溝を有するラジアル動圧軸受の円柱と、上面にスラスト動圧発生溝を有するスラスト動圧軸受の円盤とを備え、回転部材としてのハブに、ラジアル動圧軸受の円柱に対面する内面が平滑である円筒と、モータコイルに対面するロータマグネットを配設し、円柱の上端面にリング状の第1の永久磁石を固定し、第1の永久磁石を囲むように円筒の上端面にリング状の第2の永久磁石を固定して構成される副磁気軸受を設け、ラジアル方向の

荷重をラジアル動圧軸受によって支持し、スラスト方向の荷重をステータとロータマグネットによって構成されている主磁気軸受と副磁気軸受及びスラスト動圧軸受とを併用して支持する。

実施例4として、外周にロータマグネットを配置したモータ軸の上端に回転部材としてのハブを備え、下方には、下面にスラスト動圧発生溝を有するスラスト動圧軸受の円盤と、外周面にラジアル動圧発生溝を有するラジアル動圧軸受の円柱とを備え、固定部材としてのケースに、ラジアル動圧軸受の円柱に対面する内面が平滑である円筒と、ロータマグネットに対面するモーターコイルを巻装するステータとを備え、円柱の下端面にリング状の第1の永久磁石を固定し、第1の永久磁石を囲むように円筒の下端面にリング状の第2の永久磁石を固定して構成される副磁気軸受を設け、ラジアル方向の荷重を前記ラジアル動圧軸受によって支持し、スラスト方向の荷重をステータとロータマグネットによって構成されている主磁気軸受と副磁気軸受及び前記スラスト動圧軸受とを併用して支持する。

いずれの実施例にも存在するラジアル動圧発生溝は、少なくとも3本の条溝から成り、条溝のリード終点が展開図において、隣接する条溝の始点を超えない範囲に形成されていることが好ましい。

又、いずれの実施例にも存在するラジアル動圧発生溝は、上下非対象の溝長さを有するヘリングボーン溝であっても同様の効果が得られる。

そして、ラジアル動圧軸受とスラスト動圧軸受を構成する部材には、軽くて硬質の窒化珪素系もしくは炭化珪素系、アルミナ系のセラミックスを用いるのが好ましい。

図面の簡単な説明

図1は、本発明のスピンドルモータの実施例1の断面図である。

25 図2は、本発明のスピンドルモータの実施例2の断面図である。

図3は、本発明のスピンドルモータの実施例3の断面図である。

図4は、本発明のスピンドルモータの実施例4の断面図である。

図5は、本発明の実施例1にスラスト動圧溝としてヘリングボーン溝を形成し

た例である。

図6は、本発明の実施例3にスラスト動圧溝としてヘリングボーン溝を形成した例である。

図7は、本発明のラジアル動圧発生溝の外観図である。

5 図8は、比較例1のスピンドルモータの断面図である。

図9は、比較例2のスピンドルモータの断面図である。

図10は、従来例のスピンドルモータの断面図である。

符号の説明

10 1はベースプレート、2はステータコア、2aはステータ、3は円盤、3aはスパイラル溝、4は円柱、4aは条溝、5はハブ、5aはスカート、6は円筒、7はモータコイル、8はロータマグネット、9はモータ軸、10はケース、11は第1の永久磁石、12は第2の永久磁石

15 (実施の形態 1)

以下に、本発明を具体化した好適な実施例を図面に基づき詳細に説明する。図1は、ステータとロータマグネットの間に磁気軸受を構成した実施例1の構造を示し、図1(イ)は、停止時の状態図であり、図1(ロ)は、定常回転中の状態図である。

20 図1(イ)において、1は固定部材としてのステータコア2を固定するベースプレートである。ステータコア2の外周には珪素鋼板から成るステータ2aが一体的に設けられ、モータコイル7が巻装されている。ステータコア2の軸心上には、上面にスラスト動圧発生溝となるスパイラル溝3a等を有するスラスト動圧軸受の円盤3と、外周面にラジアル動圧発生溝となる螺旋状溝4aを有するラジアル動圧軸受の円柱4が固定される。そして、回転部材としてのハブ5の内側の円柱4と対面する位置に、内面が平滑な円筒6を固定する。さらに、ハブ5のスカート部5aのモータコイルと対面する位置に、ロータマグネット8をリング状に配設する。因みに、円柱4と円筒6の隙間は、直径差で5 μ m以下に設定され

25

る。図示していないが、磁気ディスク、光ディスク、ポリゴンミラー等の回転体は、ハブ5の外周に取付けられる。

ロータマグネット8とステータ2 aは磁気軸受を構成している。スピンドルモータの停止時は、モータコイル7には通電されないため、ロータマグネット8の中心位置(ロ)は、磁力の最も強いステータ2 aの中心位置(イ)に静止しようとするが、ハブ5の重量と磁力とのバランスにより、(イ)よりわずかに沈んだ位置に静止する。この時のスラスト動圧軸受を構成する円盤3の上面と、円筒6の下端面のクリアランスはA 1となって相互に非接触の状態にある。

そして、図1(ロ)に示すように、モータコイル7に通電されステータ2 aに交番磁界が発生すると、ハブ5側から見て円筒6が反時計廻りに回転する。その回転数が上がるにつれて、ラジアル動圧軸受を構成する円筒6と円柱4の外周面の螺旋状溝4 aとの動圧によって、ハブ5は下降し円盤3の上面と円筒6の下端面のクリアランスは、スパイラル溝3 aで発生する反撥力とバランスしてA 2となる。通常、ハブ5の回転数は1 2 0 0 0~1 8 0 0 0 r p mに達し、A 2は2~3 μ mのクリアランスに維持される。定常回転中はハブ5が螺旋状溝4 aの動圧によって下降するので、ロータマグネット8の中心位置(ロ)は、停止時よりも沈んで(イ)からA 3ずれ、モータ効率が僅かに低下する。

図2は、円筒6側を固定部材として、実施例1と同様にステータ2 aとロータマグネット8の間に磁気軸受を構成した実施例2の構造を示す。図2(イ)は、停止時の状態図であり、図2(ロ)は、定常回転中の状態図である。

図2(イ)において、9はモータ軸であり、外周にロータマグネット8を設け、上端に回転部材としてのハブ5を固定する。その下方には、下面にスラスト動圧発生溝となるスパイラル溝3 a等を有するスラスト動圧軸受の円盤3と、外周面にラジアル動圧発生溝となる螺旋状溝4 aを有するラジアル動圧軸受の円柱4が固定される。固定部材としてのケース10に、円柱4に対面する位置で内面が平滑である円筒6が固定され、ロータマグネット8に対面する位置でモータコイル7を巻装した珪素鋼板から成るステータ2 aが一体的に配設される。

停止時には、スラスト動圧軸受を構成する円盤3の下面と、円筒6の上端面と

は相互に非接触の状態、そのクリアランスはA 1となっている。モータコイル 7に通電されステータ 2 aに交番磁界が発生すると、図 2 (ロ) に示すようにハブ 5側から見て円柱 4は反時計廻りに回転してハブ 5は下降する。円盤 3の下面と円筒 6の上端面のクリアランスは、スパイラル溝 3 aが発生する反撥力とバランスしてA 2となり、実施例 1と同様の作用効果を奏する。定常回転中にロータマグネット 8の中心位置 (ロ) が下方に移動し、モータコイル 7の中心位置 (イ) からA 3だけずれ、モータ効率の僅かに低下する点も実施例 1と同様である。

図 3に、円柱 4と円筒 6のそれぞれの上端面の同心円上に、リング状の永久磁石を固定し、副磁気軸受を構成した実施例 3の構造を示す。図 3 (イ) は、停止時の状態図であり、図 3 (ロ) は、定常回転中の状態図である。

図 3 (イ) において、1は固定部材としてのステータコア 2を固定するベースプレートである。ステータコア 2の外周には珪素鋼板から成るステータ 2 aが一体的に設けられ、モータコイル 7が巻装されている。ステータコア 2の軸心上には、上面にスラスト動圧発生溝となるスパイラル溝 3 aを有するスラスト動圧軸受の円盤 3と、外周面にラジアル動圧発生溝となる螺旋状溝 4 aを有するラジアル動圧軸受の円柱 4が固定される。そして、回転部材としてのハブ 5の内側の円柱 4と対面する位置に、内面が平滑な円筒 6を固定する。さらに、ハブ 5のスカート部 5 aのモータコイルと対面する位置に、ロータマグネット 8をリング状に配設して主磁気軸受を構成するところは、実施例 1と全く同様である。

実施例 1では、停止時にロータマグネット 8の中心位置 (二) がハブ 5の自重でステータ 2 aの中心位置 (イ) よりも下方に沈むが、実施例 3では、これを防ぐため、円柱 4の上端面にリング状の第 1の永久磁石 1 1を固定し、この第 1の永久磁石 1 1を囲むように円筒 6の上端面にリング状の第 2の永久磁石 1 2を固定して副磁気軸受を構成する。第 1の永久磁石 1 1の外側をS極に、第 2の永久磁石 1 2の内側をN極に、或いはその逆に設定すれば、それぞれの永久磁石 1 1、1 2は互いに吸引しあってハブ 5の自重を支え、ロータマグネット 8の中心位置 (二) は、ステータ 2 aの中心位置 (ハ) より高いところに静止する。第 1の永久磁石 1 1の外径は円柱 4の外径より若干小さく、第 2の永久磁石 1 2の内径は円

筒 6 の内径より若干大きく設定し、紫外線によって硬化する嫌気性の接着剤等によって固定する。この様に、永久磁石 1 1、1 2 の対面隙間をラジアル動圧軸受の対面隙間より大きくすることにより、永久磁石 1 1、1 2 どうしが接触する前に、円柱 4 と円筒 6 とが接触するため、接着剤のビートの処理も簡単になる。

- 5 図 3 (イ) の停止時における円盤 3 の上面と円筒 6 の下端面のクリアランスは、A 1 となって相互に非接触の状態に維持される。モータコイル 7 に通電され、ハブ 5 側から見て円筒 6 が反時計廻りに回転する円筒 6 の定常回転状態に至ると、ラジアル動圧軸受を構成する円筒 6 と円柱 4 の外周面の螺旋状溝 4 a で発生する動圧によって、A 2 の位置までハブ 5 が降下する。この状態では、ロータマグ
- 10 ネット 8 の中心 (ニ) とモータコイル 7 の中心 (ハ) は磁力線の最適ゾーンで合致するからモータ効率の最適化が図れる。

図 4 は、円筒 6 側を固定部材として、実施例 3 と同様に副磁気軸受を構成した実施例 4 の構造を示す。図 4 (イ) は、停止時の状態図であり、図 4 (ロ) は、定常回転中の状態図である。

- 15 図 4 (イ) において、9 はモータ軸であり、外周にロータマグネット 8 を設け、上端に回転部材としてのハブ 5 を固定する。その下方には、下面にスラスト動圧発生溝となるスパイラル溝 3 a 等を有するスラスト動圧軸受の円盤 3 と、外周面にラジアル動圧発生溝となる螺旋状溝 4 a を有するラジアル動圧軸受の円柱 4 が固定される。固定部材としてのケース 1 0 に、円柱 4 に対面する位置で内面が
- 20 平滑である円筒 6 が固定され、ロータマグネット 8 に対面する位置でモータコイル 7 を巻装した珪素鋼板から成るステータ 2 a が一体的に配設され、主磁気軸受を構成するところは実施例 2 と全く同様である。

- また、リング状の第 1 の永久磁石 1 1 を円柱 4 の下端面に固定し、この第 1 の永久磁石 1 1 を囲むように、リング状の第 2 の永久磁石 1 2 を円筒 6 の下端面に
- 25 固定して副磁気軸受を構成するところは、実施例 3 と全く同様である。

図 4 (イ) の停止時において、非接触の状態にある円盤 3 と円筒 6 のクリアランス A 1 は、モータコイル 7 に通電され、ハブ 5 側から見て円筒 6 が反時計廻りに回転する定常回転状態に至ると、図 4 (ロ) に示すように A 2 の位置までハブ

5 が降下する。この状態では、ロータマグネット 8 の中心 (ハ) とモータコイル 7 の中心 (ニ) は磁力線の最適ゾーンで合致するから実施例 3 と同様にモータ効率の最適化が図れる。

実施例 1 乃至 4 に共通して、円柱 4 の外周に形成するラジアル動圧発生溝は、
5 図 5、6 に示される上下に非対象のヘリングボーン溝であってもよい。又、図 7 に示すような溝、すなわち円周上に少なくとも 3 本の条溝 4 a を形成する。そして、条溝 4 a の終点 Y 1 は、展開された状態で隣接する条溝 4 a の始点 X 2 を超えない範囲に形成するのが好ましい。又、始点 X 1 から終点 Y 1 にかけて条溝 4 a は、直線であっても螺旋状の曲線であってもよい。通常、条溝 4 a の幅は 1 ~
10 3 mm であり、深さは数 μm ~ 数十 μm 程度の浅い溝であってもよく、砥石の当て方によって円筒を削いだフラット面によって形成してもよい。上記の条溝 4 a は、ヘリングボーン溝より遥かに加工工数が低減でき、同等の効果を発揮する。

実施例 1 乃至 4 に共通して、少なくとも円盤 3、円柱 4 及び円筒 6 は、アルミ
15 ーナ、窒化珪素、炭化珪素等のセラミックスから成る部材にて構成するのが好ましい。中でもアルミナは、最も経済的な材料である。

次に、実施例 1、3 の作用効果を確認するため、比較例 1、2 を用意し比較した結果につき説明する。図 8 に、実施例 1 に対比する比較例 1 のスピンドルモータの定常回転中の構造図を示す。図 8 における構成部品の名称、符号、作用は全く実施例 1 と同一であるため説明を省く。但し、停止時には、スラスト動圧軸受
20 を構成する円盤 3 の上面と円筒 6 の下端面は、互いに接触した状態となる点異なる。

図 9 に、実施例 3 に対比する比較例 2 のスピンドルモータの定常回転中の構造図を示す。図 9 における構成部品の名称、符号、作用は全く実施例 3 と同一であるため説明を省く。但し、円柱 4 の外周に形成する条溝 4 a は、上下に均等なヘ
25 リングボーン溝であっても、軸芯に平行で直線的な縦溝であってもよい。そして、スラスト動圧軸受を構成する円盤 3 を省いて、スラスト荷重は、主磁気軸受と副磁気軸受のみにて支持した点異なる。

実施例 1、3 及び比較例 1、2 のスラスト荷重を 150 g 一定に設定し、スピ

ンドルモータの仕様を直流12V定格で、定常回転数=18000rpmにて運転し、ハブ5の上面の上下動をレーザー変位計にて観察した結果を表1に示す。

表1

試料	起動時の電流値	定常回転時のハブの上下動
実施例1	1.2A	1 μ m以下
実施例3	1.2A	1 μ m以下
比較例1	2.8A	1 μ m以下
比較例2	1.2A	Max 30 μ m

- 5 表1の結果を考察すると、定常回転中のハブ5の上下動は、実施例1、3及び比較例1共に1 μ m以下であり、磁気ディスクの回転体の表面に対して読取装置の磁気ヘッドが追従可能な範囲内であるため、回転体と磁気ヘッドとが衝突することはない。しかし、比較例2はスラスト動圧軸受が省略され磁気軸受のみにてスラスト荷重を支持しているため、ハブ5は不安定に浮遊し実用的ではない。
- 10 起動時の電流は、比較例1については停止時に円盤3の上面と円筒6の下端面が接触しているため、初期摺動抵抗に勝る回転トルクを発生させるのに、実施例1、3及び比較例2に比較し約2.3倍の起動電流が必要である。実施例1については、定常回転中は、ロータマグネット8の磁力線の最適ゾーンとモータコイル7の中心が僅かにずれるため、モータ効率が低下し若干電流値の増加する傾向
- 15 にあるが実用的には問題とならない範囲である。

産業上の利用の可能性

- 停止時には、ステータとロータマグネットにより構成される主磁気軸受、或いは円柱と円筒の端面に設ける一対のリング状永久磁石から成る副磁気軸受と共同
- 20 してハブのスラスト荷重を支持し、スラスト動圧軸受の円盤と円筒の端面を非接触に保持し、ロータマグネットの作動時には、ラジアル動圧軸受のラジアル動圧発生溝によってスラスト動圧軸受のクリアランスを減少させる力を発生させ、ス

ラスト動圧軸受の円盤と円筒が接近して、定常回転中は主にスラスト動圧軸受の反撥力によってスラスト荷重を支持したから、スラスト動圧軸受の構成部品の接触は常時回避され、該部の摩耗の心配がなく、起動時の電力消費の少ないスピンドルモータが提供できる。そして、図1乃至4から明らかかなように、関係部材

5 の芯出しが容易な構造であるため、スラスト動圧軸受の隙間を数マイクロンの値に維持することも容易である。

請求の範囲

1. モーターコイルを巻装するステータを備えたステータコアの軸心上の上端に、外周面にラジアル動圧発生溝を有するラジアル動圧軸受の円柱と、上面にスラスト動圧発生溝を有するスラスト動圧軸受の円盤とを備え、回転部材としてのハブに、前記ラジアル動圧軸受の円柱に対面する内面が平滑である円筒と、前記モータコイルに対面するロータマグネットを配設し、ラジアル方向の荷重を前記ラジアル動圧軸受によって支持し、スラスト方向の荷重を前記ステータと前記ロータマグネットによって構成されている磁気軸受及び前記スラスト動圧軸受とを併用して支持することを特徴とするスピンドルモータ。
5
2. 外周にロータマグネットを配置したモータ軸の上端に回転部材としてのハブを備え、下方には、下面にスラスト動圧発生溝を有するスラスト動圧軸受の円盤と、外周面にラジアル動圧発生溝を有するラジアル動圧軸受の円柱とを備え、固定部材としてのケースに、前記ラジアル動圧軸受の円柱に対面する内面が平滑である円筒と、前記ロータマグネットに対面するモーターコイルを巻装するステータとを備え、ラジアル方向の荷重を前記ラジアル動圧軸受によって支持し、スラスト方向の荷重を前記ステータと前記ロータマグネットによって構成されている磁気軸受及び前記スラスト動圧軸受とを併用して支持することを特徴とするスピンドルモータ。
10
15
3. モーターコイルを巻装するステータを備えたステータコアの軸心上の上端に、外周面にラジアル動圧発生溝を有するラジアル動圧軸受の円柱と、上面にスラスト動圧発生溝を有するスラスト動圧軸受の円盤とを備え、回転部材としてのハブに、前記ラジアル動圧軸受の円柱に対面する内面が平滑である円筒と、前記モータコイルに対面するロータマグネットを配設し、前記円柱の上端面にリング状の第1の永久磁石を固定し、前記第1の永久磁石を囲むように前記円筒の上端面にリング状の第2の永久磁石を固定して構成される副磁気軸受を設け、ラジアル方向の荷重を前記ラジアル動圧軸受によって支持し、スラスト方向の荷重を前記ステータと前記ロータマグネットによって構成されている主磁気軸受と前記副
20
25

磁気軸受及び前記スラスト動圧軸受とを併用して支持することを特徴とするスピンドルモータ。

4. 外周にロータマグネットを配置したモータ軸の上端に回転部材としてのハブを備え、下方には、下面にスラスト動圧発生溝を有するスラスト動圧軸受の円盤と、外周面にラジアル動圧発生溝を有するラジアル動圧軸受の円柱とを備え、固定部材としてのケースに、前記ラジアル動圧軸受の円柱に対面する内面が平滑である円筒と、前記ロータマグネットに対面するモーターコイルを巻装するステータとを備え、前記円柱の下端面にリング状の第1の永久磁石を固定し、前記第1の永久磁石を囲むように前記円筒の下端面にリング状の第2の永久磁石を固定して構成される副磁気軸受を設け、ラジアル方向の荷重を前記ラジアル動圧軸受によって支持し、スラスト方向の荷重を前記ステータと前記ロータマグネットによって構成されている主磁気軸受と前記副磁気軸受及び前記スラスト動圧軸受とを併用して支持することを特徴とするスピンドルモータ。

5. 前記円柱の外周のラジアル動圧発生溝は、少なくとも3本の条溝から成り、前記条溝のリードの終点が展開図において、隣接する前記条溝の始点を超えない範囲に形成されていることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載のスピンドルモータ。

6. 前記円柱の外周のラジアル動圧発生溝は、上下非対称の溝長さを有するヘリングボーン溝によって形成されていることを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載のスピンドルモータ。

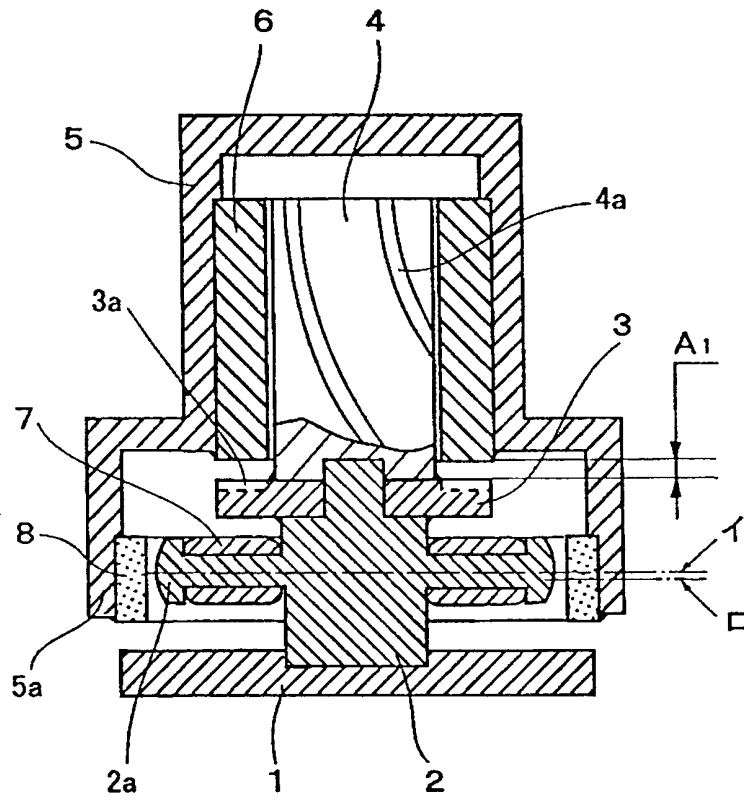
7. 停止時には前記磁気軸受によって前記ハブのスラスト荷重が支持されて、前記スラスト動圧軸受の円盤と前記円筒の端面が非接触に保持され、前記ロータマグネットが回転するのに伴って、前記ラジアル動圧軸受のラジアル動圧発生溝によって前記スラスト動圧軸受のクリアランスを減少させる力が働き、前記スラスト動圧軸受の円盤と前記円筒が接近し、定常回転中は主に前記スラスト動圧軸受の反撥力によってスラスト荷重が支持されていることを特徴とする請求項1乃至6のいずれかに記載のスピンドルモータ。

8. 前記ラジアル動圧軸受と前記スラスト動圧軸受を構成する部材に、セラミ

ックスが用いられていることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載のス
ピンドルモータ。

図 1

(イ)



(ロ)

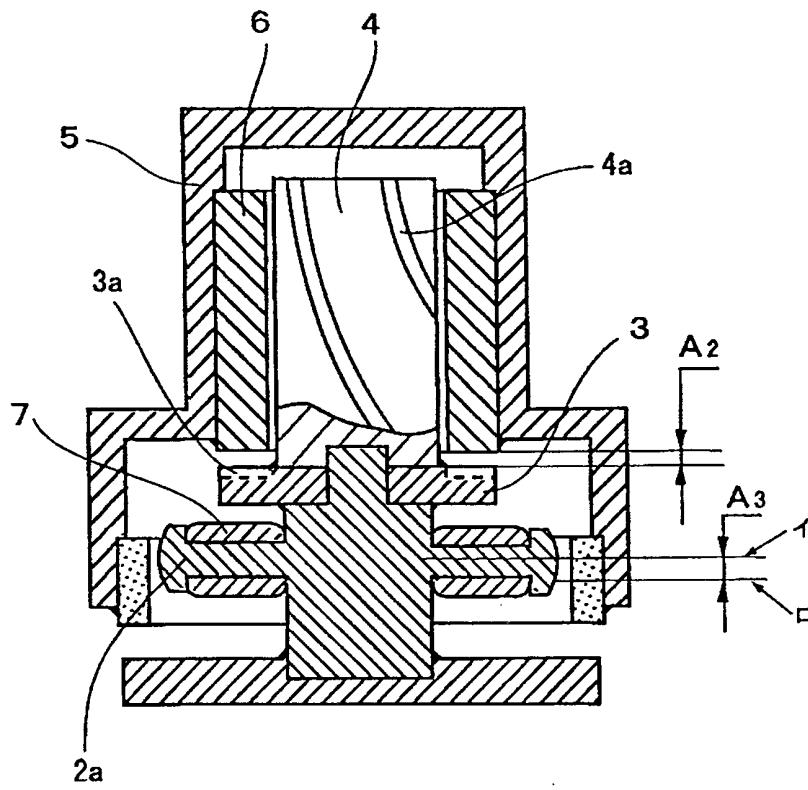
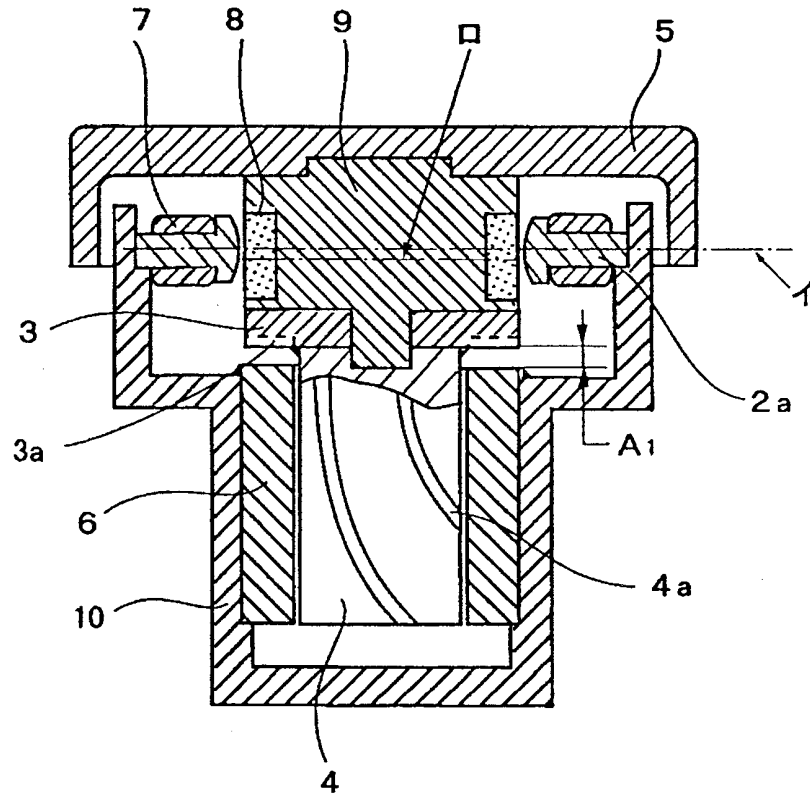


図 2

(イ)



(ロ)

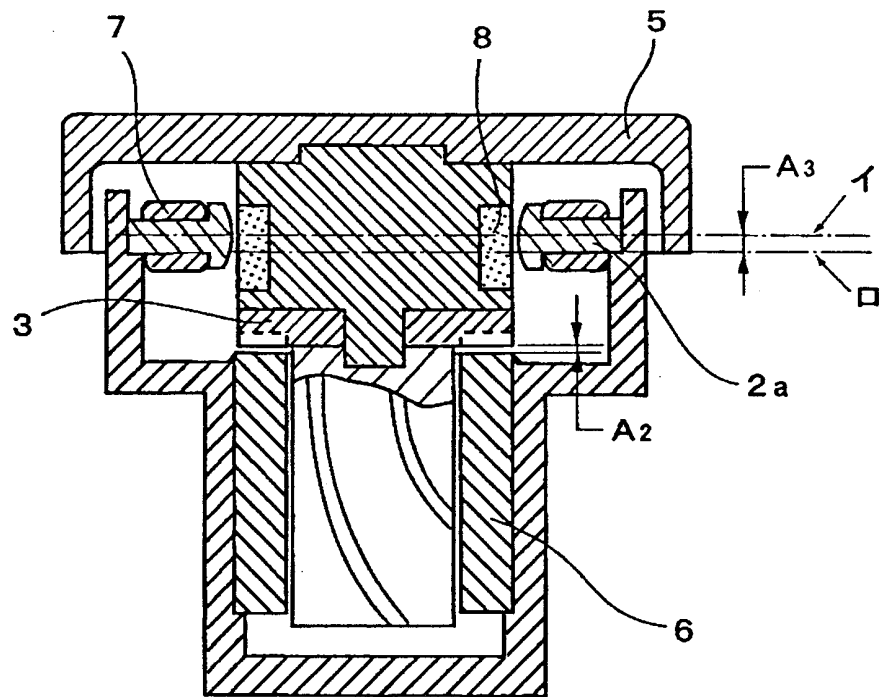
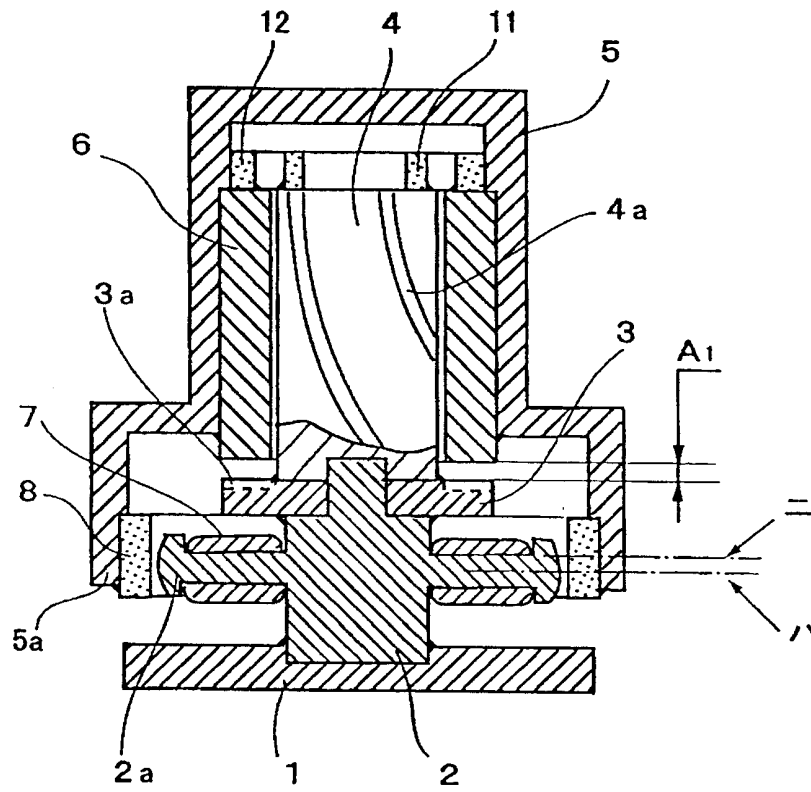


図 3

(イ)



(ロ)

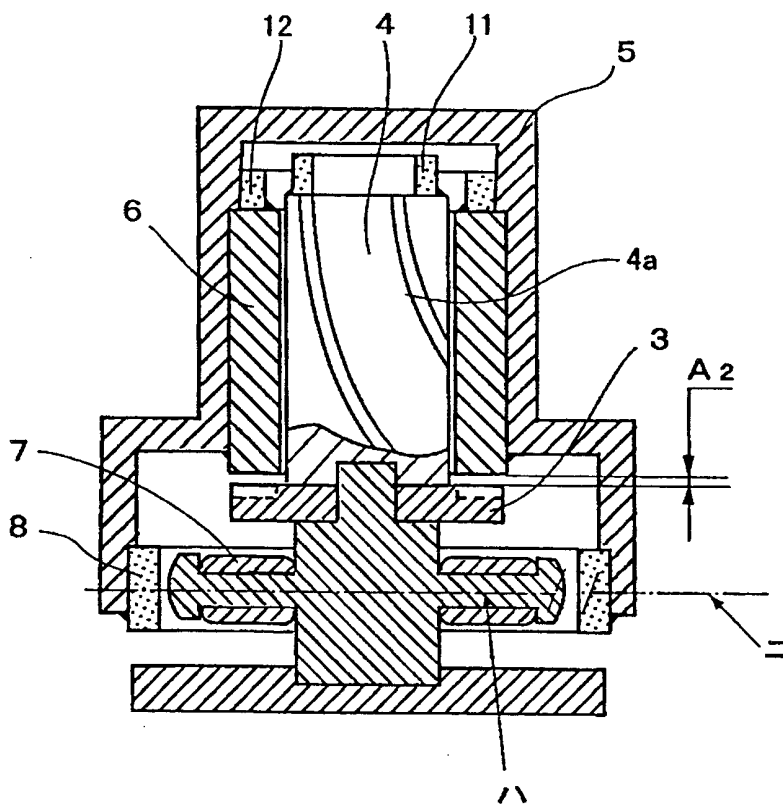
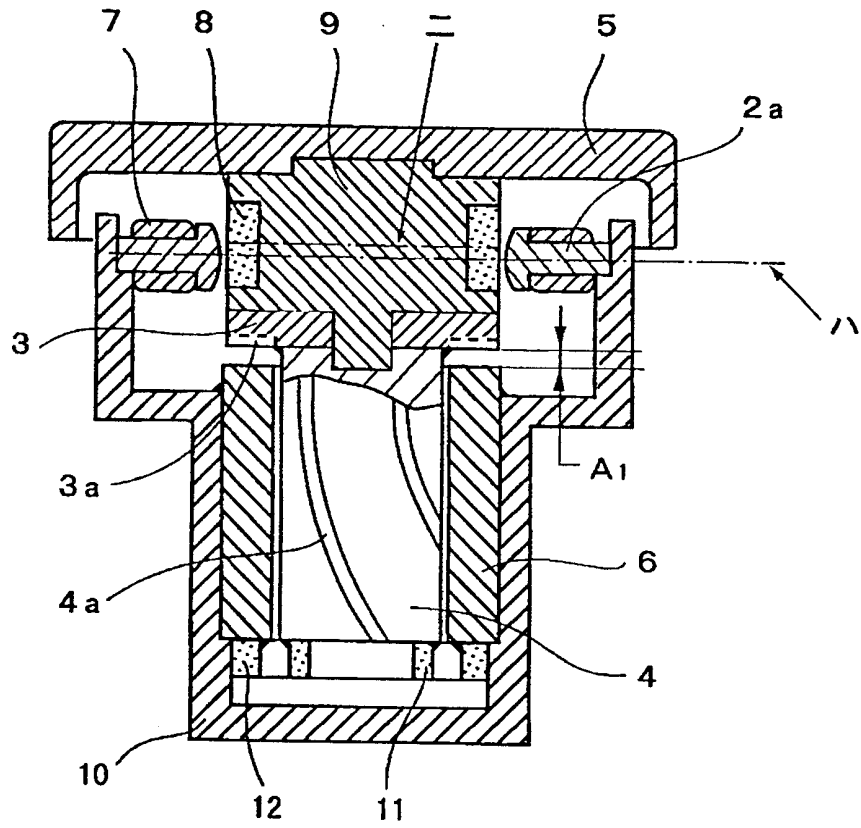


図 4

(イ)



(ロ)

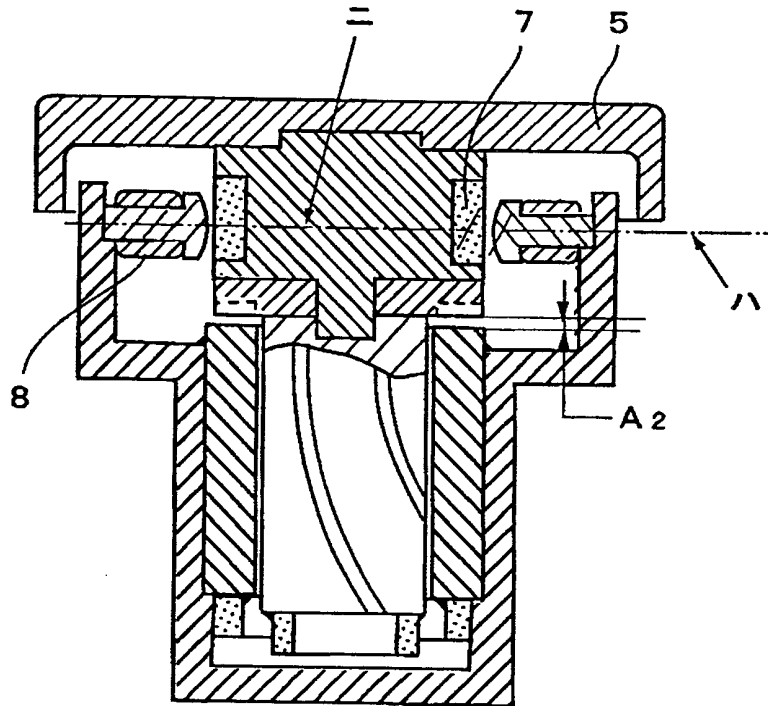


図 5

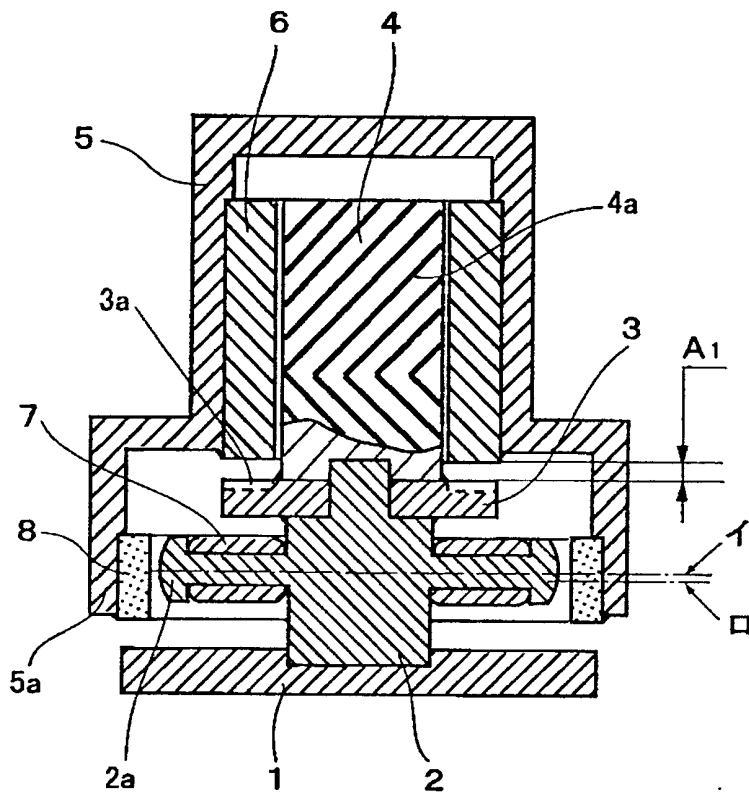


図 6

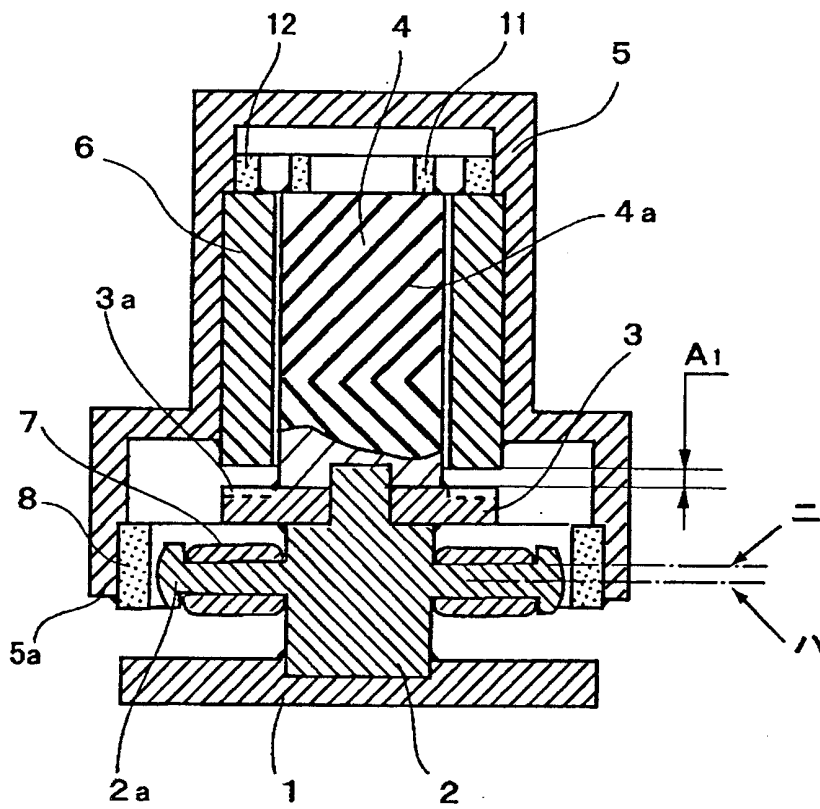


図 7

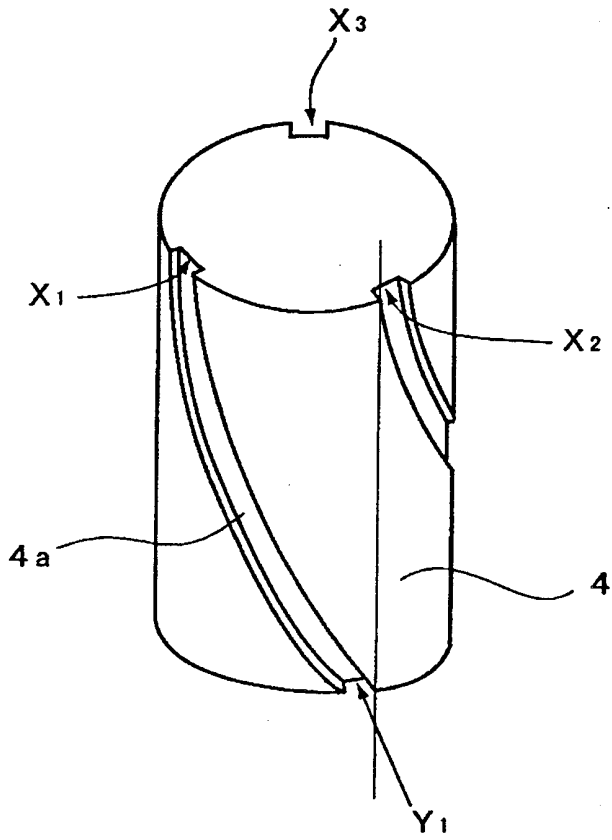


図 8

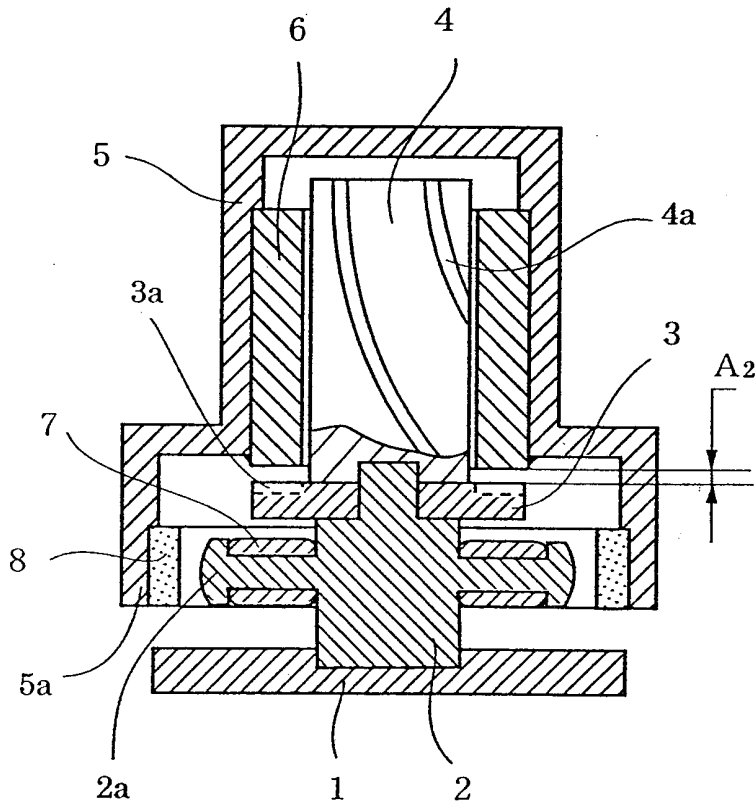


図 9

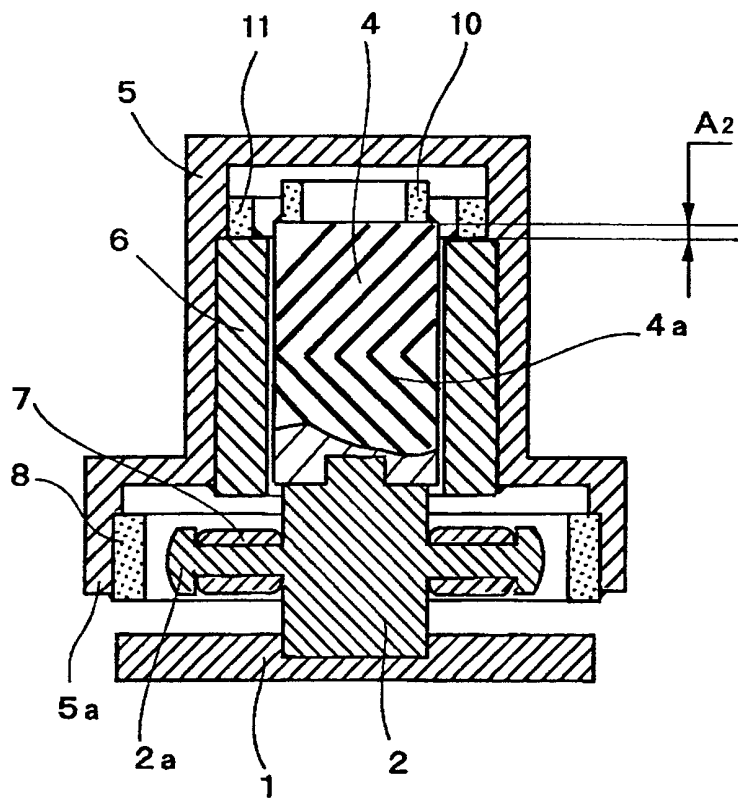
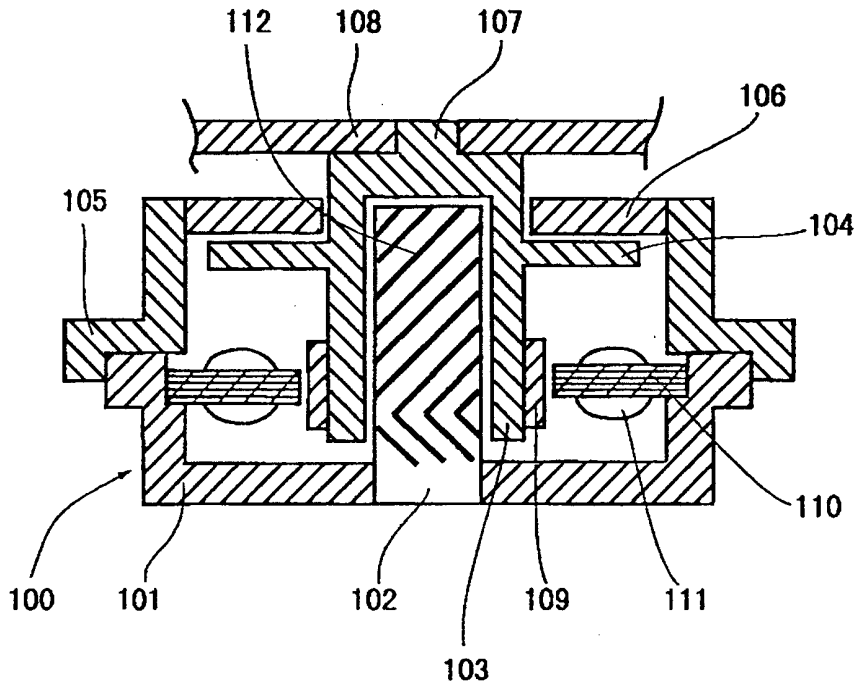


図 10




INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/04626

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER Int.Cl ⁷ H02K7/09, F16C17/10, F16C33/24, F32C32/00		
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) Int.Cl ⁷ H02K7/09, F16C17/10, F16C33/24, F32C32/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000		
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.
X	JP, 5-141420, A (NSK Ltd.),	1, 2, 6-8
Y	08 June, 1993 (08.06.93),	5
A	Full text; Figs. 1, 2 (Family: none)	3, 4
X	JP, 62-48147, U (Tokyo Electric Co., Ltd.),	3, 4, 6-8
Y	25 March, 1987 (25.03.87),	5
A	Full text; Fig. 1 (Family: none)	1, 2
Y	JP, 2-110980, U (NSK Ltd.),	5
	05 September, 1990 (05.09.90),	
	Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	
EA	JP, 2000-139066, A (Ricoh Company, Ltd.),	1-8
	16 May, 2000 (16.05.00),	
	Full text; Figs. 1 to 3 (Family: none)	
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&"	document member of the same patent family
"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		
Date of the actual completion of the international search 25 October, 2000 (25.10.00)	Date of mailing of the international search report 31 October, 2000 (31.10.00)	
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer	
Facsimile No.	Telephone No.	

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int. C17H02K7/09, F16C17/10, F16C33/24, F32C32/00		
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. C17H02K7/09, F16C17/10, F16C33/24, F32C32/00		
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 1926-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2000年 日本国登録実用新案公報 1994-2000年 日本国実用新案登録公報 1996-2000年		
国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用了用語)		
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 請求の範囲の番号
X Y A	JP, 5-141420, A (日本精工株式会社), 8. 6月. 1993 (08. 06. 93), 全文、図1, 2 (ファミリーなし)	1, 2, 6-8 5 3, 4
X Y A	JP, 62-48147, U (東京電気株式会社), 25. 3月. 1987 (25. 03. 87) 全文、図1、(ファミリーなし)	3, 4, 6-8 5 1, 2
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。		<input type="checkbox"/> 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 25. 10. 00	国際調査報告の発送日 31.10.00	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 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) 莊司 英史	 3V 9259
		電話番号 03-3581-1101 内線 3314

C (続き) . 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 請求の範囲の番号
Y	JP, 2-110980, U (日本精工株式会社), 5. 9月. 1990 (05. 09. 90), 全文、図1-3、(ファミリーなし)	5
EA	JP, 2000-139066, A (株式会社リコー), 16. 5月. 2000 (16. 05. 00), 全文、図1-3、(ファミリーなし)	1-8