世界知的所有権機関
国際事務局

PCT

特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(51) 国際特許分類6 **F16C 17/02**	**A1**	(11) 国際公開番号	**WO98/38434**
		(43) 国際公開日	1998年9月3日(03.09.98)

(21) 国際出願番号 PCT/JP98/00740

(22) 国際出願日 1998年2月23日(23.02.98)

(30) 優先権データ
特願平9/45985 1997年2月28日(28.02.97) JP
特願平10/35591 1998年2月18日(18.02.98) JP

(71) 出願人（米国を除くすべ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)
(72) 発明者；および
(75) 発明者／出願人（米国についてのみ）
竹内久雄(TAKEUCHI, Hisao)[JP/JP]
村部 馨(MURABE, Kaoru)[JP/JP]
小村 修(KOMURA, Osamu)[JP/JP]
粟津知之(AWAZU, Tomoyuki)[JP/JP]
〒664-8611 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)

(74) 代理人
弁理士 深見久郎, 外(FUKAMI, Hisao et al.)
〒530-0054 大阪府大阪市北区南森町2丁目1番29号
住友銀行南森町ビル Osaka, (JP)

(81) 指定国 JP, US, 欧州特許 (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).

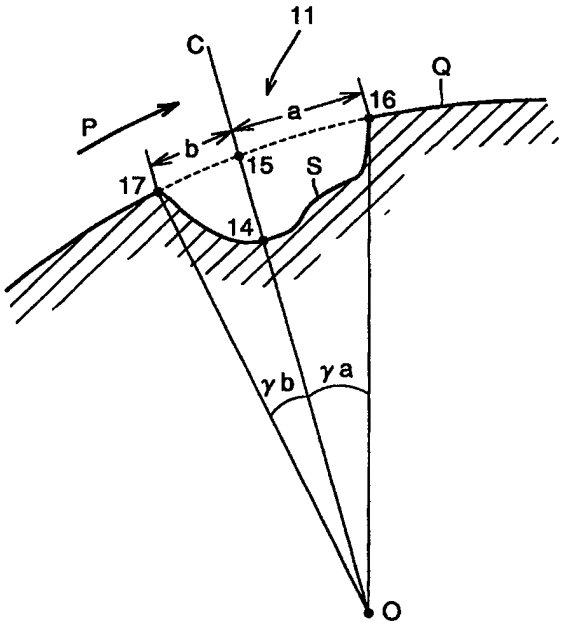
添付公開書類
国際調査報告書

(54)Title: **DYNAMIC PRESSURE PNEUMATIC BEARING STRUCTURE AND OPTICAL DEFLECTION SCANNER EMPLOYING THE STRUCTURE**

(54)発明の名称 動圧気体軸受構造およびそれを備えた光偏向走査装置

(57) Abstract

A dynamic pressure pneumatic bearing structure, by which a whirl can be avoided not only at the time of the high speed rotation but also at the time of the low speed rotation, and the variation of a floating revolution can be suppressed. The dynamic pressure pneumatic bearing structure has a shaft (1) and a bearing (2). Trenches (11) are formed in the outer circumferential surface of the shaft (1). Each trench (11) is composed of two or more recesses which are formed continuously in a circumferential direction and have practically different depths. The cross section of the trench (11) which is perpendicular to an axial line is asymmetrical with respect to the circumferential direction. The circumferential distance (a) between the cross point (15) of a line (C) connecting the deepest point (14) of the trench (11) to the center (O) of the shaft (1) and the one side edge (16) of the trench (11) on the envelope line (Q) of the shaft (1) which is provided on the downstream side of an air flow (P) produced at the time of rotation with respect to the cross point (15) is larger than the circumferential distance (b) between the cross point (15) and the other side edge (17) of the trench (11) which is provided on the upstream side of the air flow (P) with respect to the cross point (15). The dynamic pressure pneumatic bearing structure can be applied to the rotation driving unit of an optical deflection scanner.



（５７）要約

高速回転時だけでなく低速回転時においてもホワールの発生を防止することができ、浮上回転数のばらつきを抑えることが可能な動圧気体軸受構造を提供する。動圧気体軸受構造は、軸体（１）と軸受体（２）とを備える。軸体（１）の外周面には溝（１１）が形成されている。溝（１１）は、周方向に連なって形成された、実質的に深さの異なる２つ以上の凹部からなり、軸線に垂直な横断面において周方向に非対称の形状を有する。溝（１１）の最深地点（１４）と軸体（１）の中心（Ｏ）とを結ぶ線（Ｃ）と軸体（１）の外周線（Ｑ）との交点（１５）と、交点（１５）に関して回転時に生ずる気流（Ｐ）の下手側に位置する溝（１１）の一方端縁（１６）との間の周方向の距離ａが、交点（１５）と、交点（１５）に関して気流（Ｐ）の上手側に位置する溝（１１）の他方端縁（１７）との間の周方向の距離ｂよりも大きい。動圧気体軸受構造は、光偏向走査装置の回転駆動部に用いられる。

ＰＣＴに基づいて公開される国際出願のパンフレット第一頁に掲載されたＰＣＴ加盟国を同定するために使用されるコード（参考情報）

AL アルバニア
AM アルメニア
AT オーストリア
AU オーストラリア
AZ アゼルバイジャン
BA ボスニア・ヘルツェゴビナ
BB バルバドス
BE ベルギー
BF ブルキナ・ファソ
BG ブルガリア
BJ ベナン
BR ブラジル
BY ベラルーシ
CA カナダ
CF 中央アフリカ
CG コンゴー共和国
CH スイス
CI コートジボアール
CM カメルーン
CN 中国
CU キューバ
CY キプロス
CZ チェッコ
DE ドイツ
DK デンマーク
EE エストニア
ES スペイン
FI フィンランド
FR フランス
GA ガボン
GB 英国
GE グルジア
GH ガーナ
GM ガンビア
GN ギニア
GW ギニア・ビサオ
GR ギリシャ
HU ハンガリー
ID インドネシア
IE アイルランド
IL イスラエル
IS アイスランド
IT イタリア
JP 日本
KE ケニア
KG キルギス
KP 北朝鮮
KR 韓国
KZ カザフスタン
LC セントルシア
LI リヒテンシュタイン
LK スリランカ
LR リベリア
LS レソト
LT リトアニア
LU ルクセンブルグ
LV ラトヴィア
MC モナコ
MD モルドヴァ
MG マダガスカル
MK マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国
ML マリ
MN モンゴル
MR モーリタニア
MW マラウイ
MX メキシコ
NE ニジェール
NL オランダ
NO ノールウェー
NZ ニュー・ジーランド
PL ポーランド
PT ポルトガル
RO ルーマニア
RU ロシア
SD スーダン
SE スウェーデン
SG シンガポール
SI スロヴェニア
SK スロヴァキア
SL シエラ・レオーネ
SN セネガル
SZ スワジランド
TD チャード
TG トーゴー
TJ タジキスタン
TM トルクメニスタン
TR トルコ
TT トリニダッド・トバゴ
UA ウクライナ
UG ウガンダ
US 米国
UZ ウズベキスタン
VN ヴィェトナム
YU ユーゴースラヴィア
ZW ジンバブエ

明細書

動圧気体軸受構造およびそれを備えた光偏向走査装置

技術分野

この発明は、一般的には動圧気体軸受構造に関し、より特定的には、高速度で回転する回転体を支持する動圧気体軸受構造と、その軸受構造を備えた光偏向走査装置に関するものである。

背景技術

近年、磁気記録装置やレーザビームプリンタの回転駆動部、たとえば光偏向走査装置には高い回転速度とともに高い回転精度が要求されるようになってきている。このような高い回転速度と高い回転精度が要求される精密モータをより高速度で回転させるために、気体軸受（動圧気体軸受）を回転駆動部に用いることが提案されている。この気体軸受を用いる回転駆動部においては、回転体が回転すると、少なくともラジアル式気体軸受体と回転体との間の空隙へ空気が強制的に導入される。これにより、その空隙内の空気圧が高められ、気体軸受を介して回転体が高速度で回転する。このようにして、気体軸受を用いることによって、高速回転中においても回転精度の維持が期待される。

上記のようなラジアル式気体軸受においては、たとえば、十合晋一著、「気体軸受」共立出版（１９８４）に示されているように、軸体の軸受体内の偏心により、くさび型隙間が形成される。このくさび型隙間を空気が通過するときに空気が圧縮されるために圧力が発生する。これにより、軸体と軸受体を非接触に支持することが可能になる。

ところが、森淳暢著、「気体軸受のホワールについて」第４８１頁～第４８８頁、“潤滑”第２０巻第７号（１９７５）によれば、円筒ジャーナル軸受は、垂直軸を支える場合などの無負荷状態に置かれると、「ホワール」（Ｈ／Ｗ）と呼ばれる不安定現象が見られる。この現象は、いかなる回転速度においても、軸が遠心力で軸受面に押しつけられるようにして軸受内部を振れ回るものである。円

筒ジャーナル軸受は、静的な負荷により軸受中心と回転中心がずれることによって圧力が１箇所で発生して安定した回転をもたらす。しかし、円筒ジャーナル軸受を縦型の構造、すなわち垂直軸を支える構造等に使用した場合には、軸受は無負荷状態に置かれるため、外乱によって圧力発生点が変化し、回転が不安定となる。

上記のような動圧気体軸受をハードディスクドライバのような磁気記録装置やレーザプリンタの回転駆動部に適用する場合には、回転体の位置精度が重要視されるため、上述のような不安定要因を排除する必要がある。

そこで、特公平４－２１８４４号公報（特開昭５８－２２４３２４号公報に対応する）には、主として回転体としての軸体の、回転によって気体が流入する側に浅い溝を周方向に等配分で形成することにより、発生圧力が増大し、高速回転時の振れ回り安定性を向上させる、すなわちホワール現象を防止することが提案されている。

また、特開平８－３１２６３９号公報には、軸線方向に延びる溝を軸体に３本以上周方向に等配分で形成し、その溝形状を制御することによって高速回転時の振れ回り安定性を向上させ、ホワール現象を防止することが提案されている。

しかしながら、本願発明者らの実験によれば、上記の提案に従って軸体に溝を形成した場合に、高速回転時のホワール現象を抑制することができるが、以下のような問題点があることがわかった。

図８は、軸体の横断面図である。図８に示すように、３箇所の溝１３が軸体１の外周面に形成されている。この場合、溝１３の形状は軸体１の周方向において左右対称の形状を有する。軸体１の外周面は直径Ｄｏｕｔを有する円に外接し、直径Ｄｉｎを有する円に内接する部分を有する。軸体１の平均直径はＤｍで示されている。

このような横断面を有する軸体１を用いて動圧軸受構造を構成すると、高速回転時のホワール現象を抑制することができる。しかしながら、軸体１を回転起動させて軸体と軸受体とが接触した状態から非接触の状態に移行するときの回転数、または高速度の定常回転の状態から回転速度を低下させて回転を停止させようとしたときに軸体と軸受体とが非接触の状態から接触の状態に移行するときの回転

数、すなわち「浮上回転数」にばらつきが生ずる。特に、この浮上回転数が極端に高くなることがあるという問題点があった。このため、低い回転数で軸体と軸受体とを接触の状態から非接触の状態へと移行させることができず、回転の起動時や停止時において比較的高い回転数で軸体と軸受体とが接触し続けることにより摩耗粉が生ずるという問題点があった。加えて、その摩耗粉によって軸体と軸受体との間でかじりが生じてしまうという問題点もあった。

上記のような浮上回転数のばらつきは、図８に示すように軸体の外周形状が真円からずれていることに対して相関関係があることがわかった。すなわち、溝を除いた軸体１の外周部分の真円度（＝（外接円の半径：Ｄｏｕｔ／２）－（内接円半径：Ｄｉｎ／２））が大きいほど、上記の浮上回転数のばらつきが大きいことがわかった。軸体の製造においては、浮上回転数が高い軸体が製造される確率が高くなり、結果として製造歩留りが低下するという問題があった。

そこで、この発明の目的は、ホワール現象を効果的に防止することができるとともに、回転の起動時や停止時における摩耗現象を防止することが可能な動圧気体軸受構造と、その軸受構造を備えた光偏向走査装置とを提供することである。

また、この発明のもう１つの目的は、回転の起動時や停止時における浮上回転数のばらつきを抑制することが可能な動圧気体軸受構造と、その軸受構造を備えた光偏向走査装置とを提供することである。

さらに、この発明のもう１つの目的は、動圧気体軸受構造における軸体の製造歩留りを向上させることである。

発明の開示

この発明の動圧気体軸受構造は、円柱状の軸体と、この軸体に半径方向に間隙を保って対向する中空円筒状の軸受体とを備える。それぞれの中心軸が一致するように軸体と軸受体とを配置したときに、軸体の外周面と軸受体の内周面とによってほぼ円筒状の空隙が形成されている。軸体は、軸線方向に延びる溝を外周面に有する。ここで溝とは、軸体の外周面の真円形状から中心方向への明確なずれがあることを示しており、必ずしも溝形成後の外周面の外形が凹形状である必要はない。

なお、本発明における溝形成断面上の凹部の内、微小な幅の研削条痕のような凹部は、それらの個々を溝としては含めないものとする。以下で説明する図面においてもこのような微小な幅の凹部は省略して示す。すなわち本発明で溝とする凹部は、表面粗さ計で検出される微小な幅の凹部を含まず、真円度測定器で検出されうるうねりを含むものであり、本発明で溝とする凹部の幅の凡その目安は３０μｍを越える程度のものである。

軸線に垂直な横断面において、溝の最深地点と軸体の中心とを結ぶ線と溝が形成される前の軸体の外周線との交点と、その交点に関して、軸体または軸受体のいずれか一方が回転するときに生じる気流の下手側に位置する溝の一方端縁との間の周方向の距離ａが、その交点と、その交点に関して気流の上手側に位置する溝の他方端縁との間の周方向の距離ｂよりも大きくなるように、溝は周方向に非対称の形状を有している。

上記のように規定される溝は、具体的には図１を参照して以下のように説明される。図１に示すように、軸線に垂直な横断面において、交点１５は、溝の最深地点１４と軸体の中心Ｏとを結ぶ線Ｃと外周線Ｑとの交点である。軸体または軸受体のいずれか一方が回転するときに気流は矢印Ｐで示す方向に生じるものとする。距離ａ（本発明では、図１に示されるように、周方向の距離を、その距離に相当する中心角の大きさで表わす。すなわち、図１の角度γａ）は、交点１５と、その交点１５に関して気流Ｐの下手側に位置する溝の一方端縁１６との間の周方向の距離である。距離ｂ（同様に図１で示される角度γｂ）は、交点１５と、その交点１５に関して気流Ｐの上手側に位置する溝の他方端縁１７との間の周方向の距離である。溝１１は、軸線に垂直な横断面、すなわち図１で示される横断面において距離ａが距離ｂよりも大きくなるように周方向に非対称の形状を有する。

ここで、溝１１の両端縁１６と１７の位置は、図１で示されるような横断面における溝１１のプロファイル線Ｓが外周線Ｑに交わる点をいう。また、本発明では、真円度測定器によってトレースした溝の横断面プロファイルから読取られる軸体の外周面からの深さの軌跡を周方向に展開した外形図において実際の溝の形状を定義している。このような溝のプロファイルには、そのベースラインを形成する溝を加工した際の微小な振幅波形が含まれる。本発明で定義される溝の凹部

には、このような微小な振幅波形に従った凹部は含まれない。たとえば、前述のように微小な幅の凹部は本発明の溝に含まれない。

好ましくは、溝は、軸体の周方向に連なって形成された、実質的に深さの異なる２つ以上の凹部からなる。

上述のように構成された本発明の基本的な動圧気体軸受構造によれば、以下のような効果を達成することができる。

（ｉ） 回転の起動時や停止時における摩耗現象の防止。

（ｉｉ） 回転の起動時や停止時における浮上回転数のばらつきの抑制。

（ｉｉｉ） 動圧気体軸受構造における軸体の製造歩留まりの向上。

また、本発明の基本的な動圧気体軸受構造を備えた光偏向走査装置は、上述の作用効果を効果的に発揮する。

図面の簡単な説明

図１は、この発明の動圧気体軸受構造において溝の断面形状を示す部分横断面図である。

図２は、浮上回転数がばらつく原因を説明するために左右対称の断面形状の溝を有する動圧気体軸受構造の概略的な横断面を示す図である。

図３は、この発明の動圧気体軸受構造を概略的に示す横断面図である。

図４は、この発明の動圧気体軸受構造を備えた光偏向走査装置の回転駆動部を示す概略構成図である。

図５は、この発明の動圧気体軸受構造を備えた光偏向走査装置を用いたレーザビームプリンタ装置の一実施例を示す概略構成図である。

図６Ａと図６Ｂは、本発明の動圧気体軸受構造において軸受有効長を定義するために用いられる概略的な一部縦断面図である。

図７は、実施例の試料Ａで形成された溝の形状を示す部分断面図である。

図８は、従来の軸体の横断面図である。

発明を実施するための最良の形態

軸線方向に延び、かつ周方向に左右対称の形状の溝を軸体の外周面に形成して

動圧気体軸受構造を構成すると、溝を除く部分の微小な凹凸が軸体の外周面に存在する場合でも、すなわち軸体の真円度が比較的小さい場合でも、比較的高速度の回転において軸体と軸受体とが接触して摩耗現象を引き起こすことがある。このことが摩耗につながるという問題を引き起すことがある。

これに対して、本発明の動圧気体軸受構造においては、周方向に非対称の断面形状を有する溝が形成されている。すなわち、この溝は、既に述べたように図１に示されるように、図１のａ／ｂの比率が１を超える非対称の形状をなす。また、この溝は、図１に示されるように、通常は軸体の周方向に連なって形成され、実質的に深さの異なる２つ以上の凹部を有するものである。この場合、回転によって気体が流入する側に、すなわち回転によって生じる気流の上手側に、深い凹部を配置することによって、気体動圧を発生させる動圧気体軸受構造を構成する。これにより、軸体素材の真円度が比較的大きい場合にも、浮上回転数のばらつきを抑えることが可能となり、軸体の製造歩留りの向上を図ることができる。なお、回転方向を逆にすると、浮上回転数は高くなる。

図２は、左右対称の断面形状の溝を有する動圧気体軸受構造を概略的に示す横断面図である。図２において、軸体１は軸受体２の内側で偏心して振れ回っているものと仮定する。軸体１の外周面には周方向に左右対称の形状を有する溝１３が形成されている。軸受体２は矢印Ｒで示す方向に回転している。この瞬間、軸受体２の中心（○印）は軸体１の中心（Ｘ印）から、矢印Ｄで示す方向に変位している。このとき、回転によって発生する動圧によって生じる方向は矢印Ｆで示されている。変位方向Ｄと動圧によって生ずる方向Ｆとの間の角度θは偏心角と定義される。回転起動時や停止時の浮上回転数が上昇する原因であるホワールの発生は、主として、安定回転時の偏心角の大小に依存する。特公平４－２１８４４号公報には、発生動圧が高いほど（主として高速回転時の）振れ回り安定性が向上すると記載されているが、本願発明者らは、振れ回り安定性は偏心角の影響をより大きく受け、変位方向の前方に力が発生すると振れ回りが生じやすいと考えている。

この偏心角は僅かに変化しても、振れ回り安定性に大きな影響を与える。たとえば、偏心角θの１°の差はホワール発生の有無に決定的な意味を有する。つま

り、周方向に非対称の断面形状を有する溝を形成したときの偏心角θの変化が僅かであっても、結果的にはホワールを抑制する効果がある。

溝以外の部分の真円からのずれによる浮上回転数のばらつきも、上記の偏心角θの増加またはばらつきに起因している。そのため、周方向に非対称の形状を有する溝を形成することによって、結果として、真円からのずれに起因する浮上回転数のばらつきも抑制することができる。

一方、周方向に非対称の断面形状を有する溝は、周方向に対称の断面形状を有する溝と同じ断面積を有するのであれば、周方向に対称の断面形状を有する溝よりもホワール現象の抑制効果が高い。そのため、比較的浅い溝を形成することによって所望の効果を得ることができる。その結果、軸体の剛性を向上させることができる。

図３は、この発明の動圧気体軸受構造を概略的に示す横断図である。軸体１の外周面には溝１１が形成されている。中空円筒状の軸受体２は、軸体１に半径方向に間隙を保って対向している。軸受体２は矢印Ｒで示す方向に回転するように配置される。

本発明の動圧気体軸受構造を備えた光偏向走査装置の回転駆動部（多面体鏡の駆動部）の詳細は図４に示されている。図４に示される回転駆動部は、図５に示される光偏向走査装置を用いたレーザビームプリンタ装置に組込まれる。

図４において、駆動モータ５００のハウジング３にセラミック材料からなる軸体（シャフト）として固定軸１が固定されている。セラミック材料からなる軸受体（スリーブ）として回転スリーブ２が固定軸１に回転自在に嵌合されている。固定軸（シャフト）１の外周表面には、図３、詳細には図１に示されるような溝が複数箇所、形成されて配置されている。回転スリーブ２の外周には、アルミニウム、黄銅等からなるフランジ４が焼きばめ等により固定されている。このフランジ４の外周に駆動マグネット５が接着等により固定されている。さらに、ハウジング３上に基板６が固定されている。基板６上にステータ７が駆動マグネット５に対向するように配置されることにより、回転スリーブ２を回転させる駆動モータ５００が構成されている。

一方、回転スリーブ２の下端には、固定軸１に配置された第１の永久磁石８と

同種の磁極が上下方向に対向するように、第２の永久磁石９が固定されている。また、ハウジング３の回転スリーブ２近傍には、回転スリーブ２の下端に固定された第２の永久磁石９を、固定軸に設けられた第１の永久磁石８に押し付ける方向に反発力が作用するように第３の永久磁石１０が配置されている。

また、回転スリーブ２の上端には固定軸１を覆う蓋１０９が設けられている。これにより、回転スリーブ２と固定軸１との間に空気溜まり２０を形成する。この蓋１０９には、回転スリーブ２と固定軸１の組立が容易になるように空気抜き孔３２が設けられている。その組立後に空気抜き孔３２を封止するために封止部材３３が固定される。

回転多面鏡１０１は、フランジ４に板ばね１０２等により固定されている。このようにして構成された駆動モータ５００は、図５に示すように、光偏向走査装置の光学箱１０４に組込まれる。回転多面鏡１０１は駆動モータ５００により回転させられる。図５において、レーザユニット１０５は光学箱１０４に配置されている。このレーザユニット１０５により射出されたレーザビームＬＢはレンズ１０６，１０７により集光され、回転多面鏡１０１の駆動モータ５００による回転とともに、記録媒体である感光体１０８に対して偏向走査する。

（実施例）

直径が８ｍｍの窒化ケイ素（主成分がSi_3N_4）焼結体からなる軸体を準備した。軸体と軸受体との間の空隙の厚みの平均値が２．８μｍとなるように軸受体を準備した。窒化ケイ素焼結体からなる軸受体を含む回転体の総重量は５０ｇであった。このようにして図３に示すように構成された動圧気体軸受構造の軸受有効長Ｌ（図６Ａと図６Ｂ参照）は２０ｍｍであった。ここで、軸受有効長とは、図６Ａと図６Ｂに示すように軸体に対向する軸受体部分の長さであり、動圧の発生が期待できる軸受体部分の長さＬを意味する。軸体に以下に述べる縦溝を周方向に等間隔で３本形成して回転挙動を調べた。軸受構造を形成する部分の加工精度（真円度）は、軸体が約０．１７μｍ、軸受体が約０．４５μｍであった。軸体に対して軸受体を回転させた。なお、スラスト方向は永久磁石によって軸受体を浮上させた。

このような組合せの軸体、軸受体の試料をそれぞれの溝の形状につき５０個ず

つ用意した。

具体的には、表１に示すように試料Ａ～Ｄを準備した。試料Ａでは、直径８ｍｍの軸体に以下のような加工を施すことにより、図７に示すような溝を形成した。まず、平らな研削面を有する砥石を用いて、切込み深さ５μｍで１回、軸線と平行な方向に研削加工した後、周方向に４°回転させて切込み深さ５μｍで１回、さらに周方向に４°回転させて切込み深さ２．５μｍで１回、最後に再度、周方向に４°回転させて切込み深さ２．５μｍで１回と順に研削加工して溝を形成した。表１の備考欄に記載のように、この場合の溝加工を順次切込んだ凹部の深さの数値で表わし、５－５－２．５－２．５μｍの溝加工と称することにする。本発明では、以下このような表現で溝の加工形状を表わすことがある。

研削後、この溝の形状を真円度測定器で確認したところ、図７に示すように周方向に非対称の断面形状を有する溝が得られた。周方向に４°刻みで加工したため、各加工溝の間の部分は若干浅くなっていた。平均的な試料の５μｍで切込んだ部分の最大深さd_{max}は５．２μｍ、２．５μｍで切込んだ部分の最大深さは２．７μｍであった。また、５μｍで切込んだ部分の最深地点は、図７で①または②のいずれかであったが、②を最深地点とすると、この地点と溝の右端縁および左端縁までの周方向の距離ａとｂ（すなわち、距離に対応する中心角）は、それぞれ１１°と９°であり、ａ／ｂの比は１．２２であった。なお、①を最深地点とすると、同様に距離ａとｂはそれぞれ１５°と５°であり、ａ／ｂの比は３であった。①または②のいずれを最深地点とした場合でもａ／ｂの比率は１を超えており、本発明の基本的な動圧気体軸受構造における溝の条件を満足しているものが得られた。ここでの溝の深さは、軸体の真円形状から中心方向への偏差を意味する。このようにして溝が等配分で周方向に３箇所形成された軸体を得ることができた。

次に、試料Ｂでは、試料Ａと同様にして１０－１０－５－２．５－２．５μｍの溝加工を行なった。試料Ａと同様に溝形状を確認したところ、平均的な試料の最大深さは１０．２μｍ、最深地点から溝の両端縁までの周方向の距離ａとｂに相当する角度は、左端から２番目の凹部を最深地点とすると、それぞれ１４°と１０°であり、ａ／ｂの比は１．４であった。このようにして溝が等配分で周方

向に３箇所形成された軸体を得ることができた。

比較例として、試料ＣとＤを上記と同様の加工要領で作製した。試料Ｃでは６－６－６μｍの溝加工を行ない、試料Ｄでは溝の加工を行なわなかった。以上の形状の測定結果を表１にまとめた。

次に、回転挙動として、高速回転時（回転数：２５０００ｒｐｍ）でのホワール（Ｈ／Ｗ）の発生の有無、高速回転から徐々に回転数を（自然に）低下させたときの軸受体と軸体とが接触するときの回転数（浮上回転数）を、右回転と左回転の各々について測定した。なお、浮上回転数については、準備した試料数での平均値と最大値を算出した。これらの結果を表２に示す。

周方向に対称な断面形状を有する溝を形成した試料Ｃにおいては、高速回転時のホワールの発生を抑制することはできたが、回転数が低下する際に回転異方性を示さず、所定の回転方向（すなわち、この場合は右回転の方向）において、浮上回転数の最大値、平均値がともに大きく、そのばらつきも大きかった。

これに対して、周方向に非対称の断面形状を有する溝を形成した試料ＡとＢにおいては、高速回転時のホワールの発生を抑制することができるだけでなく、所定の回転方向（右回転）での浮上回転数の平均値、最大値がともに小さく、そのばらつきも小さかった。

表 1

試料名	有効軸受長さ(mm)	溝概要		最大深さ		溝端までの距離(角度)		本発明該当	備考
		溝数(本)	溝幅(度)	深い部分(μm)	浅い部分(μm)	a(度)	b(度)		
A	20	3	20	5.2	2.7	11	9	○	5-5-2.5-2.5
B	20	3	24	10.2	2.7	14	10	○	10-10-5-2.5-2.5
C	20	3	16	6.2	—	—	—	×	6-6-6
D	20	3	—	—	—	—	—	×	溝なし

表 2

試料名	高速回転時 H/W の有無		浮上回転数(rpm)			
			平均値		最大値	
	右回転	左回転	右回転	左回転	右回転	左回転
A	なし	なし	680	1500	4100	6700
B	なし	なし	720	1950	3500	7200
C	なし	なし	1030	1000	6500	5500
D	あり	あり	300	290	560	490

以上に開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示的に示されるものであり、制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は、以上の実施の形態や実施例ではなく、請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味と範囲内でのすべての修正や変形を含むものである。

産業上の利用可能性

以上のように、この発明の動圧気体軸受構造によれば、ホワール現象を効果的に防止することができ、回転の起動時や停止時における浮上回転数のばらつきを抑制することが可能になり、摩耗現象を効果的に防止することができるとともに、動圧気体軸受構造の製造において軸体の製造歩留まりを向上させることができる。そのため、本発明の動圧気体軸受構造は、光偏向走査装置の回転駆動部に用いるのに適している。

請求の範囲

1．　円柱状の軸体（1）と、この軸体（1）に半径方向に間隙を保って対向する中空円筒状の軸受体（2）とを備え、それぞれの中心軸が一致するように前記軸体（1）と前記軸受体（2）とを配置したときに、前記軸体（1）の外周面と前記軸受体（2）の内周面とによってほぼ円筒状の空隙が形成され、前記軸体（1）は軸線方向に延びる溝（１１）を外周面に有する動圧気体軸受構造であって、

軸線に垂直な横断面において、前記溝（１１）の最深地点（１４）と前記軸体（1）の中心（O）とを結ぶ線（C）と前記溝（１１）が形成される前の前記軸体（1）の外周線（Q）との交点（１５）と、前記交点（１５）に関して、前記軸体（1）または前記軸受体（2）のいずれか一方が回転するときに生じる気流（P）の下手側に位置する前記溝（１１）の一方端縁（１６）との間の周方向の距離ａが、前記交点（１５）と、前記交点（１５）に関して前記気流（P）の上手側に位置する前記溝（１１）の他方端縁（１７）との間の周方向の距離ｂよりも大きくなるように、前記溝（１１）は周方向に非対称の形状を有する、動圧気体軸受構造。

2．　前記溝（１１）は、前記軸体（1）の周方向に連なって形成された、実質的に深さの異なる２つ以上の凹部からなる、請求項１に記載の動圧気体軸受構造。

3．　請求項１または２のいずれかに記載の動圧気体軸受構造を備えた、光偏向走査装置。

FIG. 1

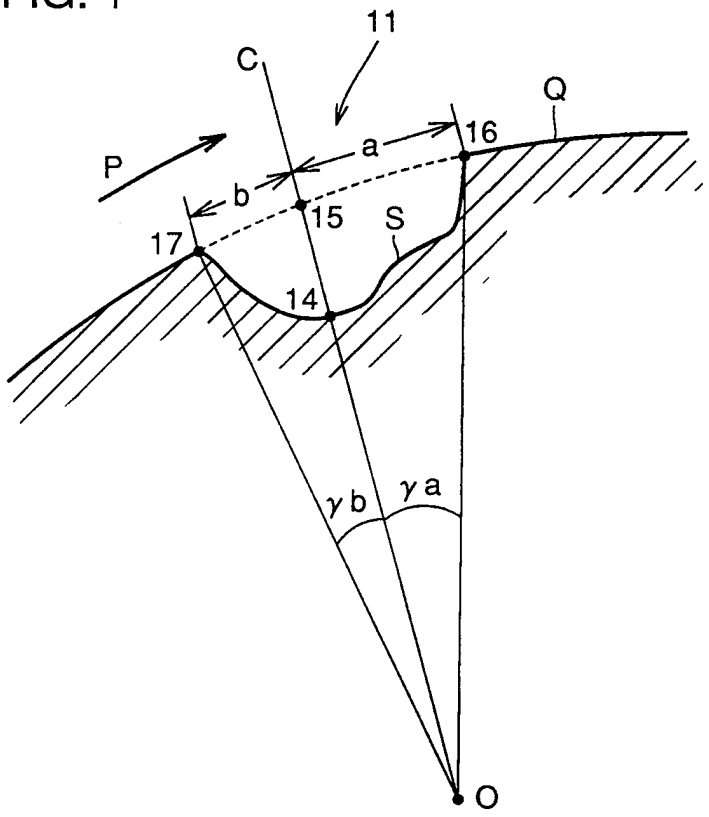


FIG. 3

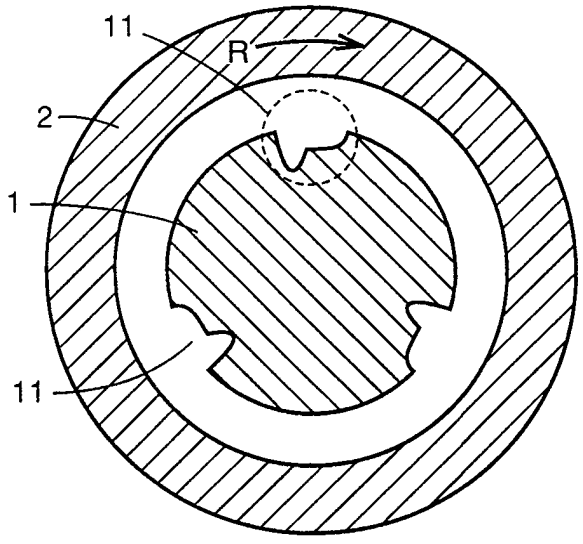


FIG. 2

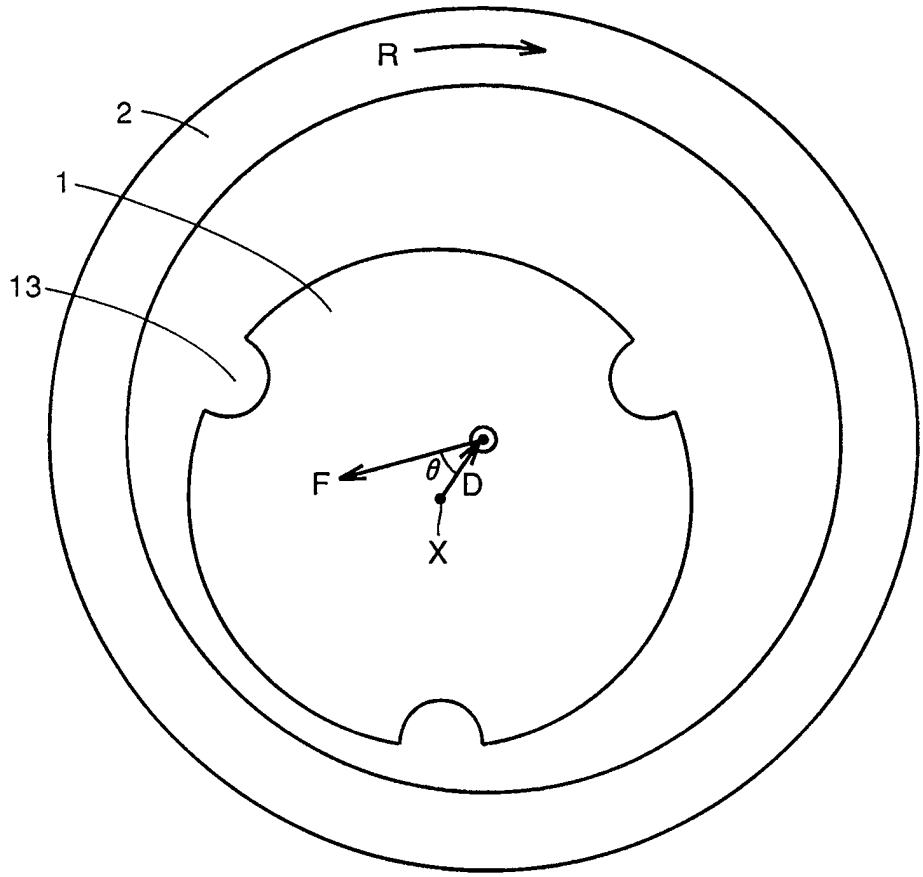


FIG. 4

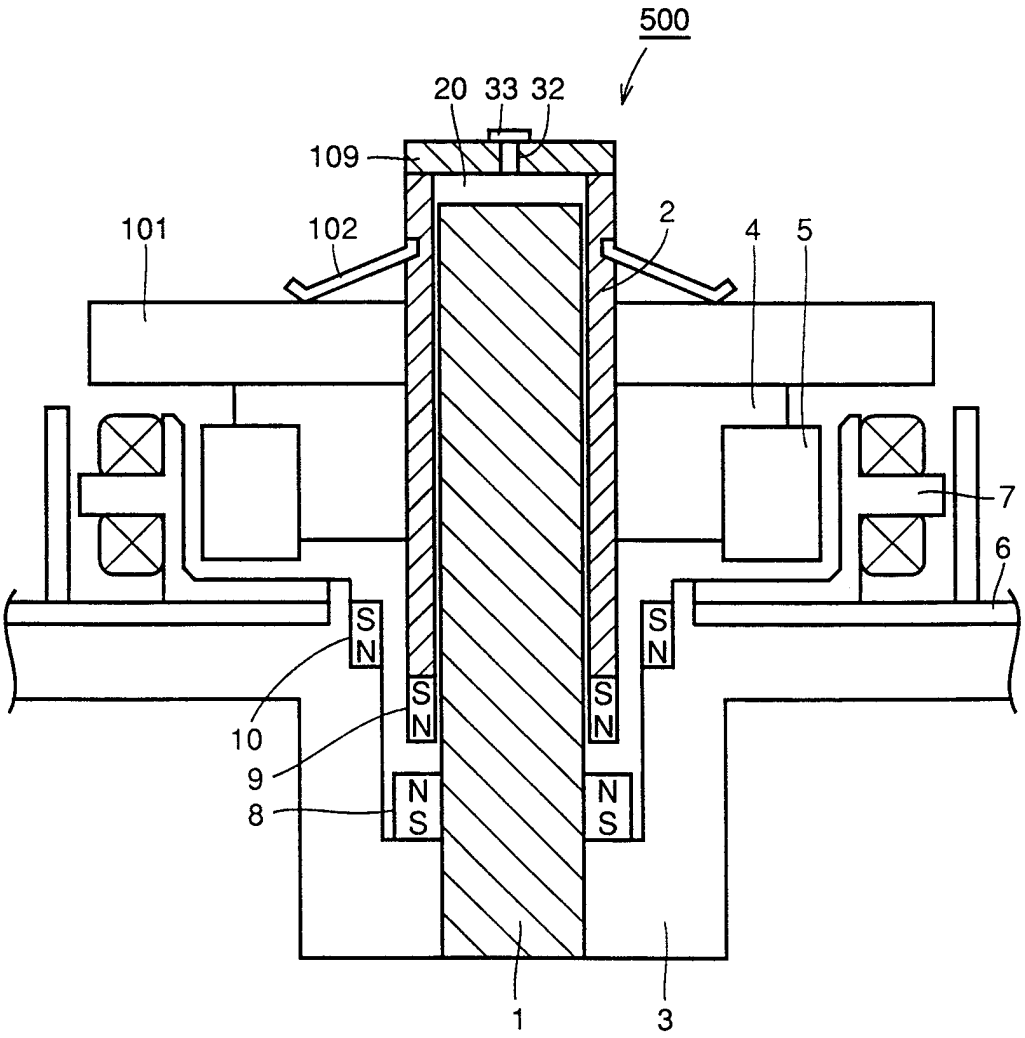


FIG. 5

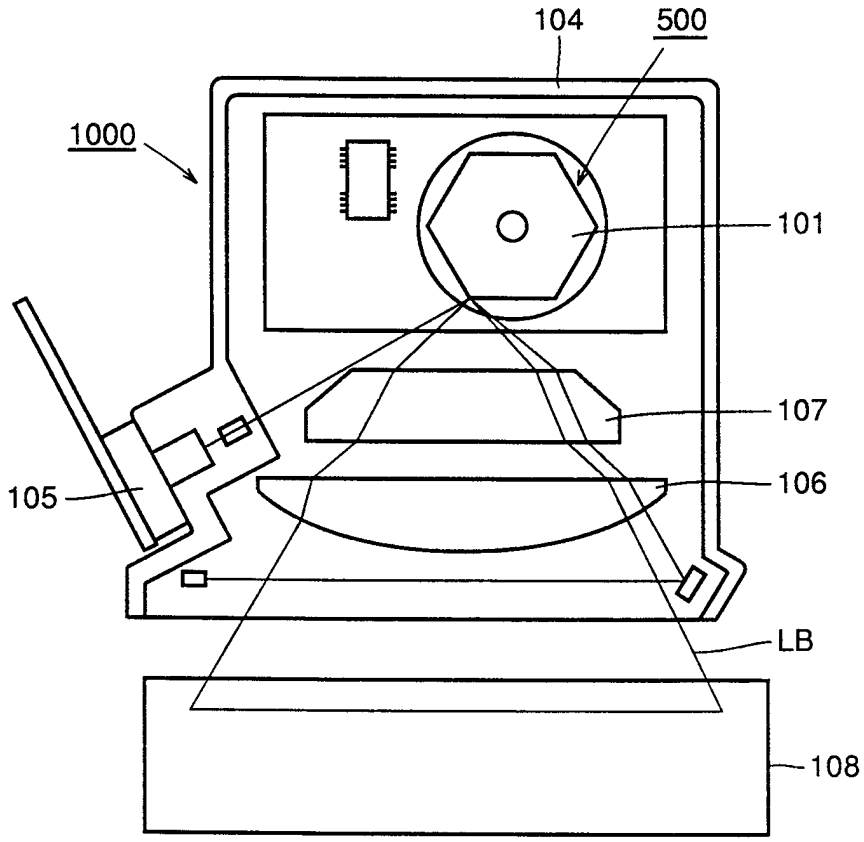


FIG. 6A

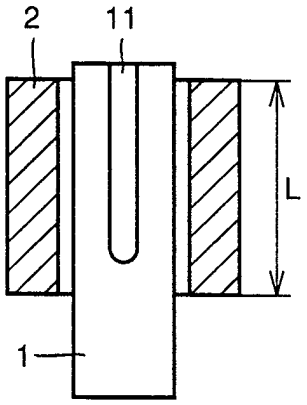


FIG. 6B

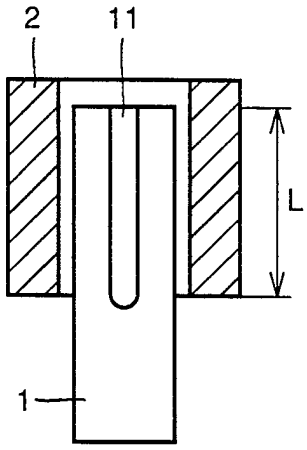


FIG. 7

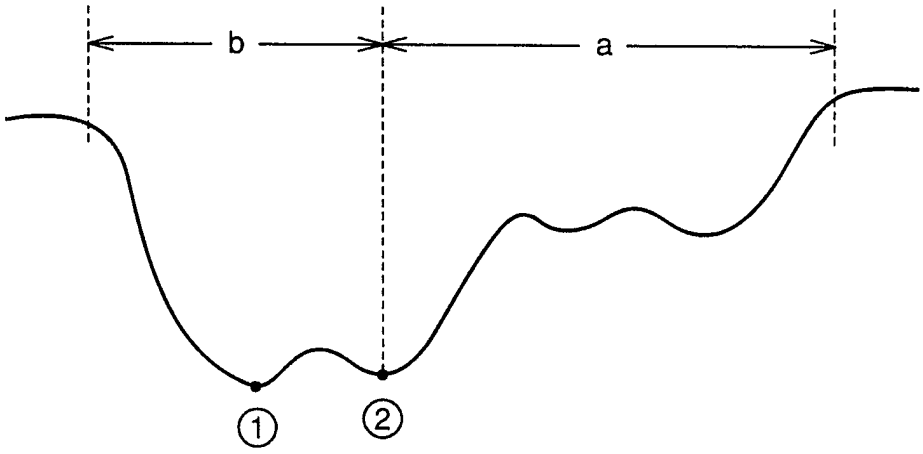
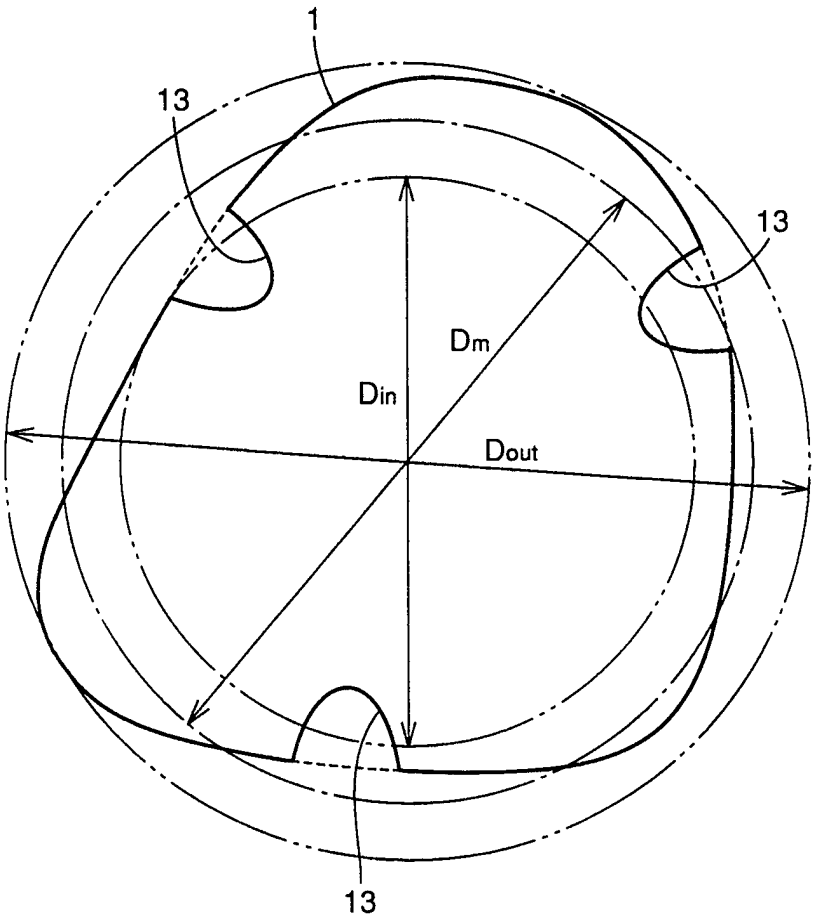


FIG. 8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP98/00740

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl[6] F16C17/02

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[6] F16C17/02

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 1994-1998
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1998 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-1998

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.
A	JP, 54-127044, U (Fujitsu Ltd.), September 4, 1979 (04. 09. 79), Refer to Figs. 7, 8 ; Examples (Family: none)	1-3
A	JP, 2-15726, B2 (Toshiba Corp.), April 13, 1990 (13. 04. 90) (Family: none)	1-3
A	JP, 5-1715, A (Sony Corp.), January 8, 1993 (08. 01. 93) (Family: none)	1-3

☐ 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 document 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
March 30, 1998 (30. 03. 98)

Date of mailing of the international search report
April 7, 1998 (07. 04. 98)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Facsimile No.

Authorized officer

Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

国際調査報告

国際出願番号　PCT／JP98／00740

A.　発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int. Cl⁶ F16C 17／02

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. Cl⁶ F16C 17／02

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　日本国登録実用新案公報　1994—1998年
日本国公開実用新案公報　1971—1998年　日本国実用新案登録公報　1996—1998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	関連する請求の範囲の番号
A	JP，54—127044，U（富士通株式会社），4．9月．1979（04．09．79），第7図．第8図実施例参照（フアミリーなし）	1—3
A	JP，2—15726，B2（株式会社東芝），13．4月．1990（13．04．90）（フアミリーなし）	1—3
A	JP，5—1715，A（ソニー株式会社），8．1月．1993（08．01．93）（フアミリーなし）	1—3

☐ 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」先行文献ではあるが、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	国際調査報告の発送日
30．03．98	07.04.98

国際調査機関の名称及びあて先	特許庁審査官（権限のある職員）		
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	秋月　均　印．	3J	7123
	電話番号　03－3581－1101　内線　3328		

様式PCT／ISA／210（第2ページ）（1992年7月）