

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7431654号  
(P7431654)

(45)発行日 令和6年2月15日(2024.2.15)

(24)登録日 令和6年2月6日(2024.2.6)

(51)国際特許分類 F I  
F 1 6 H 15/38 (2006.01) F 1 6 H 15/38

請求項の数 5 (全13頁)

(21)出願番号	特願2020-77947(P2020-77947)	(73)特許権者	000000974 川崎重工業株式会社
(22)出願日	令和2年4月27日(2020.4.27)		兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号
(65)公開番号	特開2021-173343(P2021-173343 A)	(74)代理人	110000556 弁理士法人有古特許事務所
(43)公開日	令和3年11月1日(2021.11.1)	(72)発明者	小松 賢司 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 川崎重工業株式会社内
審査請求日	令和5年4月5日(2023.4.5)	(72)発明者	今井 秀幸 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 川崎重工業株式会社内
		(72)発明者	田中 謙一郎 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号 川崎重工業株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 トロイダル無段変速機

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

回転軸と、  
前記回転軸の周りに配置され、互いに対向配置された一対のディスクと、  
前記一対のディスクの間に傾転可能に挟まれた少なくとも一つのパワーローラと、  
内輪、外輪、及び前記内輪と前記外輪に挟まれた転動体を有し、前記回転軸に組み付けられて前記一対のディスクのうち少なくとも一方からアキシャル方向の荷重を受ける軸受と、

頭部及び軸部を有し、前記軸部が前記回転軸の軸端面に螺入されたボルトとを備え、  
前記軸受は、前記内輪が前記回転軸の前記軸端面と前記ボルトの前記頭部との間に挟み込まれることによって前記回転軸に組み付けられている、  
トロイダル無段変速機。

10

【請求項2】

前記ボルトの前記軸部は、外周面に雄ネジが形成された雄ネジ部と、前記雄ネジ部よりも先端側に設けられて前記雄ネジ部よりも小径の円筒部とを有し、

前記回転軸の軸端部は回転軸線を中心とする円筒状であって、前記雄ネジと螺合する雌ネジが内周面に形成された雌ネジ部と、内周面が前記円筒部の外周面と接触する調心部とを有する、

請求項1に記載のトロイダル無段変速機。

【請求項3】

20

前記軸受の前記内輪は、前記ボルトの座面が着座するボルト座と、前記ボルト座の周囲に設けられた環状突部とを有し、

前記ボルトの前記頭部の外周面と前記環状突部の内周面とが接触する、  
請求項 1 又は 2 に記載のトロイダル無段変速機。

【請求項 4】

前記回転体と前記内輪との接触点が、前記ボルトの前記頭部の外周縁よりも径方向内側に位置する、

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載のトロイダル無段変速機。

【請求項 5】

前記回転軸は、前記回転軸の内部に軸線方向へ延びる油路を有し、

前記ボルトは、前記ボルトの軸心部において前記頭部と前記軸部を貫通し、前記油路と連通する貫通孔を有する、

請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載のトロイダル無段変速機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、トロイダル無段変速機に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、自動車や航空機用発電機等に用いられるトロイダル無段変速機が知られている。トロイダル無段変速機は、入力ディスク及び出力ディスクと、これらのディスクの間に挟まれたパワーローラとを備える。パワーローラが回転することによって、動力が入力ディスクから出力ディスクへ伝達される。その際、パワーローラの傾きを変化させる（即ち、入力ディスク及び出力ディスクとの接触半径を変化させる）ことにより、出力を無段階で減速又は増速することができる。トロイダル無段変速機には、入力ディスクと出力ディスクとを互いに近づく向きに付勢するために、ローディングカム式の押圧装置が設けられたものがある。特許文献 1 は、この種のトロイダル無段変速機を開示する。

【0003】

特許文献 1 のトロイダル無段変速機では、入力ディスクと入力軸との間に、ローディングカム式の押圧装置が設けられている。この押圧装置は、入力軸とともに回転するカム板と、入力ディスクとカム板との間に挟まれた複数のローラと、カム板を回転軸に回動可能に支持させるサポート軸受とを備える。サポート軸受はスラストアンギュラ玉軸受であって、内輪と、外輪と、内輪及び外輪に挟まれた回転体とを有する。回転軸に内輪が嵌められたうえ、回転軸の内輪よりも突出した部分にナットが螺嵌されることによって、サポート軸受けが回転軸に組み付けられている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2018 - 071609 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

特許文献 1 のトロイダル無段変速機では、サポート軸受の内輪を回転軸に組み付けるために、ナットが用いられている。そのため、ナットのねじ込み量だけ回転軸は内輪から突出していなければならない。トロイダル無段変速機では更なる小型化が求められており、回転軸の軸長の短縮という観点で改良の余地が残されている。

【0006】

以上に鑑み、本発明は、トロイダル無段変速機において、アキシャル荷重を受ける軸受（例えば、スラスト玉軸受やスラストアンギュラ玉軸受）が組み付けられた回転軸の軸長の短縮化を実現する、軸受の組付構造を提案する。

10

20

30

40

50

## 【課題を解決するための手段】

## 【0007】

本発明の一態様に係るトロイダル無段変速機は、  
回転軸と、  
前記回転軸の周りに配置され、互いに対向配置された一对のディスクと、  
前記一对のディスクの間に傾転可能に挟まれた少なくとも1つのパワーローラと、  
内輪、外輪、及び前記内輪と前記外輪に挟まれた転動体を有し、前記回転軸に組み付けられて前記一对のディスクのうち少なくとも一方からアキシャル方向の荷重を受ける軸受と、  
頭部及び軸部を有し、前記軸部が前記回転軸の軸端面に螺入されたボルトとを備え、  
前記軸受は、前記内輪が前記回転軸の前記軸端面と前記ボルトの前記頭部との間に挟み込まれることによって前記回転軸に組み付けられていることを特徴としている。

10

## 【0008】

上記構成の変速機では、軸受が組付けられる回転軸の軸端部は、軸受の内輪よりも軸線方向に突出していない。よって、従来のように、回転軸の軸端部を軸受の内輪より突出させて、当該突出部分にナットや止め輪を設ける場合と比較して、回転軸の軸長を短縮することができる。これにより、変速機の小型化に寄与することができる。

## 【発明の効果】

## 【0009】

本発明によれば、トロイダル無段変速機において、アキシャル荷重を受ける軸受が組み付けられた回転軸の軸長を短縮化することができる。

20

## 【図面の簡単な説明】

## 【0010】

【図1】図1は、本発明の一実施形態に係るトロイダル無段変速機を備える駆動機構一体型発電装置の断面図である。

【図2】図2は、図1に示すトロイダル無段変速機の押圧装置及びその近傍の拡大図である。

【図3】図3は、回転軸及びそれに組み付けられたサポート軸受の拡大断面図である。

【図4】図4は、回転軸の軸端面及びその近傍の拡大断面図である。

【図5】図5は、ボルトの断面図である。

## 【発明を実施するための形態】

30

## 【0011】

以下、図面を参照して実施形態を説明する。

## 【0012】

図1は、本実施形態に係るトロイダル無段変速機10を備える駆動機構一体型発電装置1の断面図である。図1に示すように、駆動機構一体型発電装置1(Integrated Drive Generator: IDG)は、航空機の交流電源に用いられるものであって、航空機のエンジンに取り付けられるケーシング2を備える。ケーシング2には、入力機構3と、トロイダル無段変速機(以下、単に「変速機10」と称する)と、動力伝達機構7と、発電機5とが收容されている。なお、変速機10は、駆動機構一体型発電装置の一部とした構成でなくともよく、用途も航空機に限られない。

40

## 【0013】

## 〔変速機10の概略構成〕

変速機10は、同軸上に配置されて相対回転可能な変速機入力軸11及び変速機出力軸12を備える。以下、変速機入力軸11及び変速機出力軸12の軸線を「回転軸線A1」と称する。また、回転軸線A1の延伸方向を「軸線方向X」と称する。変速機入力軸11は、入力機構3を介してエンジン回転軸(図示せず)に接続されている。入力機構3は、エンジン回転軸からの回転動力が入力される装置入力軸3aと、装置入力軸3aと一体回転するギヤ3bとを含む。変速機入力軸11には、それと一体回転するギヤ6が設けられている。変速機出力軸12は、動力伝達機構7を介して発電機5の発電機入力軸5aに接続されている。

50

## 【 0 0 1 4 】

エンジン回転軸から取り出された回転動力は、入力機構 3 を介して変速機入力軸 1 1 に入力され、変速機入力軸 1 1 の回転動力が入力ディスク 1 3 に伝達される。変速機 1 0 は、変速機入力軸 1 1 の回転を変速して変速機出力軸 1 2 に出力する。変速機出力軸 1 2 の回転動力は、動力伝達機構 7 を介して発電機入力軸 5 a に伝達される。発電機入力軸 5 a が回転駆動されると、発電機 5 が交流電力を発生する。変速機 1 0 の変速比は、エンジン回転軸の回転速度の変動に関わらず発電機入力軸 5 a の回転速度を適値（航空機の電装品の作動に適した周波数に対応する値）に保つように連続的に変更される。

## 【 0 0 1 5 】

変速機 1 0 は、一例として、ハーフトロイダル型且つダブルキャビティ型であり、二組の入力ディスク 1 3 , 1 3 及び出力ディスク 1 4 , 1 5 を備える。但し、変速機 1 0 は、ダブルキャビティ型に限定されず、例えば、シングルキャビティ型でもよい。

10

## 【 0 0 1 6 】

入力ディスク 1 3 , 1 3 は変速機入力軸 1 1 に嵌合されており、変速機入力軸 1 1 と一体的に回転軸線 A 1 を中心として回転する。出力ディスク 1 4 , 1 5 は変速機出力軸 1 2 に嵌合されており、変速機出力軸 1 2 と一体的に回転軸線 A 1 を中心として回転する。

## 【 0 0 1 7 】

入力ディスク 1 3 は凹面 2 1 a を有する。出力ディスク 1 4 , 1 5 は凹面 3 1 a を有する。入力ディスク 1 3 と出力ディスク 1 4 とは、互いの凹面 2 1 a , 3 1 a が対向するように、軸線方向 X に対向配置されている。同様に、入力ディスク 1 3 と出力ディスク 1 5 とは、互いの凹面 2 1 a , 3 1 a が対向するように、軸線方向 X に対向配置されている。対向する凹面 2 1 a , 3 1 a によって回転軸線 A 1 回りに円環状のキャビティが形成されている。

20

## 【 0 0 1 8 】

変速機 1 0 は、一例として、中央入力型である。変速機出力軸 1 2 は、変速機入力軸 1 1 内に挿通されて、変速機入力軸 1 1 から軸線方向 X の両側に突出する。一对の入力ディスク 1 3 , 1 3 は、中央ディスクであって、変速機入力軸 1 1 上で背中合わせに配置されている。一对の出力ディスク 1 4 , 1 5 は、外ディスクであって、一对の入力ディスク 1 3 , 1 3 の軸線方向 X の外側に配置されている。一对の入力ディスク 1 3 , 1 3 間には、変速機入力軸 1 1 の外周面上に設けられて当該変速機入力軸 1 1 と一体回転するギヤ 6 が配置されている。

30

## 【 0 0 1 9 】

一方側の出力ディスク 1 4 は、変速機出力軸 1 2 の端部に設けられた凸部 1 2 a によって、回転軸線 A 1 外方への変位が規制されている。他方側の出力ディスク 1 5 は、予圧バネ 6 4 によって入力ディスク 1 3 に向けて付勢され、且つ、回転駆動時には押圧装置 1 7 によって入力ディスク 1 3 に向けて付勢される。出力ディスク 1 5 は、押圧装置 1 7 を介して動力伝達機構 7 に動力伝達可能に接続されている。押圧装置 1 7 については、後ほど詳細に説明する。

## 【 0 0 2 0 】

変速機 1 0 は、キャビティ内に配置された複数のパワーローラ 1 8 と、複数のパワーローラ 1 8 をそれぞれ傾転可能に支持する複数のトラニオン 1 9 とを備える。トラニオン 1 9 は、傾転軸線 A 2 周りに傾転可能かつ傾転軸線 A 2 方向に変位可能な状態でケーシング 2 に支持される。傾転軸線 A 2 は、回転軸線 A 1 とねじれの位置にある。パワーローラ 1 8 は、傾転軸線 A 2 に対して垂直な回転軸線（図示略）回りに回転自在にトラニオン 1 9 に支持される。トラニオン 1 9 は、油圧駆動機構（図示略）に接続されており、その油圧駆動機構がトラニオン 1 9 をパワーローラ 1 8 とともに傾転軸線 A 2 方向に往復変位させる。

40

## 【 0 0 2 1 】

〔 押圧装置 1 7 の構成 〕

図 2 は、図 1 に示すトロイダル無段変速機 1 0 の押圧装置 1 7 及びその近傍の拡大図で

50

ある。図 2 に示すように、押圧装置 17 は、カム板 61 と、ローラユニット 60 とを有する。

【0022】

カム板 61 は、出力ディスク 15 の背面（凹面 31a と反対側の面）と対向するように、変速機出力軸 12 に遊嵌されている。カム板 61 は中空円盤状のカム部 611 と、カム部 611 の外周縁部分から軸線方向 X に突出する円筒状の筒軸部 612 とを一体的に有する。

【0023】

カム部 611 の主面は、出力ディスク 15 の背面と対峙している。カム部 611 の主面は第 1 カム面 613 であり、凹凸が円周方向に亘って繰り返し形成されている。第 1 カム面 613 と対峙する出力ディスク 15 の背面には、第 2 カム面 151 が設けられている。第 2 カム面 151 にも、第 1 カム面 613 と対応するように、凹凸が円周方向に亘って繰り返し形成されている。

10

【0024】

ローラユニット 60 は、第 1 カム面 613 と第 2 カム面 151 と軸線方向 X の間に設けられている。ローラユニット 60 は、保持器 62 と、保持器 62 に保持された複数のローラ 63 とからなる。各ローラ 63 は第 1 カム面 613 及び第 2 カム面 151 に挟まれており、その周面は第 1 カム面 613 及び第 2 カム面 151 の双方と接触する。

【0025】

保持器 62 に、回転軸線 A1 を中心として円周方向に略等間隔に並ぶ複数のローラ組 63G が保持されている。1 組のローラ組 63G は、径方向に延びる自転軸線上に並ぶ少なくとも 1 つのローラ 63（本実施形態では 3 つ）を含む。ローラ組 63G の各ローラ 63 は、ローラ組 63G の自転軸線を中心として回転可能である。

20

【0026】

押圧装置 17 が出力ディスク 15 から受けるアキシャル方向の荷重は、変速機出力軸 12 に固定されたサポート軸受 4 によって支持される。サポート軸受 4 は、カム板 61 の背面側（即ち、カム部 611 と反対側）に配置されて当該カム板 61 を変速機出力軸 12 に相対回転可能に支持させる。具体的には、サポート軸受 4 は内輪 41 と、外輪 42 と、内輪 41 と外輪 42 との間に回転自在に挟まれた転動体 43 とを有する。内輪 41 は変速機出力軸 12 に固定されている。外輪 42 は内輪 41 に対し回転自在であり、外輪 42 はカム板 61 と一体的に回転軸線 A1 を中心として回転する。

30

【0027】

カム板 61 とサポート軸受 4 との間には予圧バネ 64 が配置されている。予圧バネ 64 は、変速機出力軸 12 の非回転時にも出力ディスク 15 が入力ディスク 13 へ向けて押圧（予圧）されるように、カム板 61 に出力ディスク 15 へ向かう軸線方向 X の押圧力を付与するものである。本実施形態に係る予圧バネ 64 は、カム板 61 のカム部 611 とサポート軸受 4 の外輪 42 との間に挟まれて、軸線方向 X に圧縮されている。

【0028】

サポート軸受 4 の外輪 42 は、バネ当接部 47 と、バネ当接部 47 よりも径方向外側に位置するストッパ部 48 とを有する。バネ当接部 47 は筒軸部 612 の径方向内側に位置し、予圧バネ 64 と当接している。本実施形態では、バネ当接部 47 と予圧バネ 64 との間には調整部材としてのシム板 66 が設けられており、より詳細にはバネ当接部 47 はシム板 66 と当接している。シム板 66 は、カム板 61 と予圧バネ 64 との間に設けられていてもよい。ストッパ部 48 は、カム板 61 の筒軸部 612 と僅かな間隙 G を空けて軸線方向 X に対峙している。

40

【0029】

カム板 61 が非回転の状態において、間隙 G の軸線方向 X の長さは、予圧バネ 64 の弾性限度における軸線方向 X の変形量よりも小さい。よって、カム板 61 が回転して、カム作用により出力ディスク 15 とカム板 61 とが互いに離れるように軸線方向 X に相対変位し始めると、予圧バネ 64 が弾性変形範囲内にあるうちにカム板 61 がストッパ部 48 に

50

当たって間隙 G が無くなる。カム板 6 1 がストッパ部 4 8 に当たった後は、カム板 6 1 の回転速度の増加に伴って、カム作用による出力ディスク 1 5 への押圧力が増加していく。このように、伝達トルクの増加に伴ってカム作用によって出力ディスク 1 5 がカム板 6 1 から離れるように押圧されることで、入力ディスク 1 3 と出力ディスク 1 5 とが互いに近づく向きに付勢され、パワーローラ 1 8 が入力ディスク 1 3 と出力ディスク 1 5 との間で十分な接触圧で挟まれる。

#### 【 0 0 3 0 】

カム板 6 1 の筒軸部 6 1 2 の外周面には、外歯 6 1 4 が形成されている。この外歯 6 1 4 は、動力伝達機構 7 の第 1 ギヤ 7 1 に設けられた内歯 7 1 1 と噛合して、ドッグクラッチを構成している。出力ディスク 1 5 から複数のローラ 6 3 を介して回転力を受けてカム板 6 1 が回転すると、カム板 6 1 の回転が動力伝達機構 7 の第 1 ギヤ 7 1 へ伝達される。動力伝達機構 7 は、変速機 1 0 からの出力を発電機 5 及びオイルポンプユニット（図示略）へ伝達する。

10

#### 【 0 0 3 1 】

##### 〔動力伝達機構 7 の構成〕

図 1 に示すように、動力伝達機構 7 は、第 1 ギヤ 7 1 ~ 第 4 ギヤ 7 4 を含む複数のギヤで構成される。第 1 ギヤ 7 1 は、中空ギヤである。第 1 ギヤ 7 1 は、内歯 7 1 1 と外歯 7 1 2 とを有する。内歯 7 1 1 はカム板 6 1 の外歯 6 1 4 と噛合し、外歯 7 1 2 は第 2 ギヤ 7 2 と噛合している。

#### 【 0 0 3 2 】

第 2 ギヤ 7 2 は、主歯 7 2 1 と副歯 7 2 2 とを有する。主歯 7 2 1 は、第 1 ギヤ 7 1 の外歯 7 1 2 及び第 3 ギヤ 7 3 と噛合している。副歯 7 2 2 は、変速機 1 0 の出力をオイルポンプユニット（図示略）へ伝達するためのギヤ（図示略）と噛合している。第 3 ギヤ 7 3 は、第 2 ギヤ 7 2 の主歯 7 2 1 及び第 4 ギヤ 7 4 と噛合している。第 4 ギヤ 7 4 は、発電機 5 の発電機入力軸 5 a に固定されている。

20

#### 【 0 0 3 3 】

##### 〔変速機 1 0 の動作方法〕

上記構成の変速機 1 0 において、入力ディスク 1 3 , 1 3 が回転駆動されると、パワーローラ 1 8 を介して出力ディスク 1 4 , 1 5 が回転駆動され、変速機出力軸 1 2 が回転駆動される。トラニオン 1 9 及びパワーローラ 1 8 が傾転軸線 A 2 方向に変位すると、パワーローラ 1 8 の傾転軸線 A 2 周りの傾転角が変更され、変速機 1 0 の変速比が傾転角に応じて連続的に変更される。パワーローラ 1 8 は、傾転軸線 A 2 回りに傾転可能な状態で、入力ディスク 1 3 , 1 3 の凹面 2 1 a と出力ディスク 1 4 , 1 5 の凹面 3 1 a との間に挟まれ、入力ディスク 1 3 の回転駆動力を傾転角に応じた変速比で変速して出力ディスク 1 4 , 1 5 に伝達する。出力ディスク 1 4 , 1 5 の回転トルクが増加すると、押圧装置 1 7 によって出力ディスク 1 5 が入力ディスク 1 3 に近づく向きに押圧され、入力ディスク 1 3 , 1 3 及び出力ディスク 1 4 , 1 5 がパワーローラ 1 8 を挟む圧力が増加する。

30

#### 【 0 0 3 4 】

出力ディスク 1 5 が回転すると、カム面 1 5 1 によって複数のローラ 6 3 がカム板 6 1 のカム面 6 1 3 に押し付けられる。この結果、出力ディスク 1 5 がパワーローラ 1 8 に押圧されると同時に、一対のカム面 1 5 1 , 6 1 3 と複数のローラ 6 3 との噛合に基づいて、カム板 6 1 が回転する。そして、このカム板 6 1 の回転がドッグクラッチ（カム板 6 1 の外歯 6 1 4 と第 1 ギヤ 7 1 の内歯 7 1 1 ）の噛合によって動力伝達機構 7 へ入力され、発電機入力軸 5 a が回転する。

40

#### 【 0 0 3 5 】

##### 〔サポート軸受 4 の組付構造〕

ここで、サポート軸受 4 の変速機出力軸 1 2 への組付構造について詳細に説明する。以下では、本実施形態に係る変速機出力軸 1 2 のことを、説明の便宜を図って「回転軸 9」と呼ぶ。図 3 は、回転軸 9 及びそれに組み付けられたサポート軸受 4 の拡大断面図である。図 4 は、回転軸 9 の軸端面 9 1 及びその近傍の拡大断面図であり、図 5 は、ボルト 8 の

50

断面図である。

【 0 0 3 6 】

図 3 及び図 4 に示すように、回転軸 9 は中空軸であって、内部に油路 9 0 が形成されている。回転軸 9 の少なくとも一方の軸端面 9 1 には軸線方向 X に向かって開口する端部開口 9 2 が設けられている。回転軸 9 には、一方の軸端面 9 1 から反対側の軸端面に向かって順に、雌ネジ部 9 3、テーパ部 9 4、及び、調心部 9 5 が形成されている。雌ネジ部 9 3 は中空筒状を呈し、雌ネジ部 9 3 の内周面には雌ネジ 9 3 1 が形成されている。調心部 9 5 は、雌ネジ部 9 3 よりも肉厚の中空筒状を呈する。つまり、調心部 9 5 の内径 D 9 5 は、雌ネジ部 9 3 の内径 D 9 3 よりも小さい。テーパ部 9 4 は、内径の異なる雌ネジ部 9 3 と調心部 9 5 とを接続するように軸線方向 X に内径が変化する。

10

【 0 0 3 7 】

図 3 に示すように、サポート軸受 4 は、アンギュラ玉軸受であって、内輪軌道を有する内輪 4 1 と、内輪軌道と対向する外輪軌道を有する外輪 4 2 と、内輪軌道と外輪軌道との間に転動自在に配置された複数の転動体 4 3 とを有する。外輪 4 2 は、変速機出力軸 1 2 に回転自在に嵌められて、出力ディスク 1 5 からカム板 6 1 を介して軸線方向 X の押圧力を受ける。

【 0 0 3 8 】

サポート軸受 4 のうち内輪 4 1 が回転軸 9 に固定される。内輪 4 1 は転動体 4 3 を支持する内輪軌道よりも内周側に膨出した部分を有し、当該部分に軸線方向 X を向いた軸座 4 1 3 が形成されている。内輪 4 1 の内径 D 4 1 は、回転軸 9 の端部開口 9 2 の内径 D 9 2 と同じ又はそれよりも大きく、且つ、回転軸 9 の軸端面 9 1 の外径 D 9 1 よりも小さい ( $D 9 2 > D 4 1 < D 9 1$ )。従って、回転軸 9 と内輪 4 1 とを心合わせをしたときに、回転軸 9 の端部開口 9 2 の周囲 (軸端面 9 1) の少なくとも一部分は内輪 4 1 の軸座 4 1 3 と軸線方向 X に重複する。

20

【 0 0 3 9 】

内輪 4 1 の軸座 4 1 3 と反対側の面には、平らなボルト座 4 1 4 が形成されている。そして、ボルト座 4 1 4 の周囲には、軸線方向 X に突出する環状の環状突部 4 1 2 が形成されている。

【 0 0 4 0 】

図 3 及び図 5 に示すように、ボルト 8 は、頭部 8 1、軸部 8 3、及び、頭部 8 1 と軸部 8 3 とを接続する首部 8 2 とを一体的に有する。頭部 8 1 は、ボルト 8 の操作に利用される。また、頭部 8 1 は、軸端面 9 1 との間に内輪 4 1 を挟み込む。軸部 8 3 は回転軸 9 の端部開口 9 2 から内部へ挿入 (螺入) される。

30

【 0 0 4 1 】

頭部 8 1 は、短円筒状を呈する。頭部 8 1 の主面 8 1 1 には複数の操作用穴 8 1 2 が形成されている。複数の操作用穴 8 1 2 は主面 8 1 1 において円環状に並んでいる。ボルト 8 の軸部 8 3 を回転軸 9 の軸端面 9 1 に螺入する際には、複数の操作用穴 8 1 2 に嵌入する複数のピンを有する工具 (図示略) が用いられる。

【 0 0 4 2 】

頭部 8 1 の外径は、内輪 4 1 の環状突部 4 1 2 の内径と対応している。頭部 8 1 が環状突部 4 1 2 に嵌って、頭部 8 1 の外周面と環状突部 4 1 2 の内周面とが接触することにより、ボルト 8 と内輪 4 1 との心出しが行われる。

40

【 0 0 4 3 】

頭部 8 1 の背面 8 1 3 の周縁部には、中空円盤形状を呈する平らな座面 8 1 4 が形成されている。座面 8 1 4 は内輪 4 1 のボルト座 4 1 4 に着座する。

【 0 0 4 4 】

軸部 8 3 は、頭部 8 1 側から順に雄ネジ部 8 3 1 と円筒部 8 3 2 とを有する。雄ネジ部 8 3 1 は、円筒状を呈し、回転軸 9 の雌ネジ部 9 3 の内径 D 9 3 と対応する外径 D 8 3 1 を有する ( $D 9 3 > D 8 3 1$ )。雄ネジ部 8 3 1 の外周面には、雌ネジ 9 3 1 と螺合する雄ネジ 8 3 3 が形成されている。

50

## 【 0 0 4 5 】

円筒部 8 3 2 は、円筒状を呈し、回転軸 9 の調心部 9 5 の内径  $D_{9 5}$  と対応する外径  $D_{8 3 2}$  を有する ( $D_{9 5} > D_{8 3 2}$ )。円筒部 8 3 2 が調心部 9 5 に挿入されて、円筒部 8 3 2 の外周面と調心部 9 5 の内周面とが接触することにより、回転軸 9 とボルト 8 との心出しが行われる。

## 【 0 0 4 6 】

首部 8 2 は、頭部 8 1 の背面 8 1 3 と、軸部 8 3 の雄ネジ部 8 3 1 の端部とを滑らかに接続している。首部 8 2 と頭部 8 1 との接続部では、隅に「のど厚部 8 2 1」が設けられている。のど厚部 8 2 1 が設けられることにより、設けられていない場合と比較して首部 8 2 の強度が高められている。こののど厚部 8 2 1 の張り出しと対応するようにサポート軸受 4 の内輪 4 1 の内周縁角部のポリウムが切り欠かれて、内輪 4 1 に面取部 4 1 1 が形成されている。このように内輪 4 1 (面取部 4 1 1) が薄肉化されることにより、ボルト 8 の首部 8 2 に十分な肉厚を持たせるための空間が確保されるとともに、応力の集中しやすい内周縁角部が除かれるので応力集中が緩和される。

10

## 【 0 0 4 7 】

内輪 4 1 が薄肉化されることから、転動体 4 3 から内輪 4 1 が受ける荷重をボルト 8 で積極的に支持するように構成されている。具体的には、転動体 4 3 と内輪 4 1 との接触点  $P_1$  が、ボルト 8 の頭部 8 1 の外周縁よりも回転軸線  $A_1$  を中心とする径方向内側に位置する。サポート軸受 4 の接触角を考慮すれば、ボルト 8 のうち頭部 8 1 及び首部 8 2 (特に、のど厚部 8 2 1) が内輪 4 1 から伝わる押圧力を支持する部分となり得る。なお、サポート軸受 4 の接触角は、転動体 4 3 と外輪 4 2 及び内輪 4 1 との接触点を結ぶ直線とラジアル方向とのなす角度である。そこで、頭部 8 1 及び首部 8 2 には、十分な肉厚が備えられている。更に、サポート軸受 4 の面取部 4 1 1 と、ボルト 8 ののど厚部 8 2 1 の少なくとも一部分とが接触する。これによりボルト 8 は頭部 8 1 及び首部 8 2 で荷重を受けることができる。

20

## 【 0 0 4 8 】

ボルト 8 の軸心部には、頭部 8 1、首部 8 2、及び軸部 8 3 を貫通する貫通孔 8 5 が設けられている。貫通孔 8 5 の内部は、回転軸 9 内の油路 9 0 と連通されている。貫通孔 8 5 は、頭部 8 1 側が小径孔部 8 5 1、軸部 8 3 側が小径孔部 8 5 1 よりも大径の大径孔部 8 5 2 となっている。小径孔部 8 5 1 は、油路 9 0 から貫通孔 8 5 を通じて排出されようとする作動油に抵抗を与える絞りとして機能する。

30

## 【 0 0 4 9 】

回転軸 9 には、軸心部の油路 9 0 と外周とを連通する少なくとも 1 つの油孔 9 6 が設けられている。回転軸 9 が回転すると、遠心力によって油路 9 0 の作動油が油孔 9 6 を通じて回転軸 9 の外周側へ噴出し、噴出した作動油によって回転軸 9 に外装された部品が潤滑される。油路 9 0 の油面は油面上限高さまで上昇可能である。油路 9 0 の油面上限高さは、ボルト 8 の貫通孔 8 5 の小径孔部 8 5 1 の内径によって決まる。つまり、小径孔部 8 5 1 の内径が小さくなるほど油面上限高さが高くなる。油路 9 0 内の油面高さが油面上限高さを超えると、余剰の作動油はボルト 8 の貫通孔 8 5 を通じて外部へ排出される。油路 9 0 の油面高さが高いほど、油路 9 0 内で圧縮される作動油量が増えるので、油路 9 0 内の作動油が受ける遠心圧力が大きくなって、油孔 9 6 から噴出する作動油の量が増加する。このように、ボルト 8 に設けられた貫通孔 8 5 の径 (特に、小径孔部 8 5 1 の内径) の大きさによって、油孔 9 6 から噴出する作動油の量を調整することができる。

40

## 【 0 0 5 0 】

## 〔サポート軸受 4 の組付手順〕

ここで、回転軸 9 にサポート軸受 4 を組み付ける手順を説明する。まず、回転軸 9 にサポート軸受 4 を外輪 4 2、転動体 4 3、及び内輪 4 1 の順に嵌める。内輪 4 1 を嵌める前に、回転軸 9 の軸端面 9 1 の端面に予圧調整用のシム 4 9 が配置されてもよい。次に、ボルト 8 の軸部 8 3 を回転軸 9 の端部開口 9 2 から内部へ挿入し、ボルト 8 を回転させて雄ネジ部 8 3 1 を回転軸 9 の雌ネジ部 9 3 へ螺入する。ボルト 8 の座面 8 1 4 が内輪 4 1 の

50

ボルト座 4 1 4 と当接して、ボルト 8 がこれ以上回転軸 9 の奥へ進まなく回らなくなったところで、回転軸 9 にサポート軸受 4 が組み付けられる。

【 0 0 5 1 】

図 3 に示すように、上記の手順で回転軸 9 に組み付けられたサポート軸受 4 では、軸座 4 1 3 がシム 4 9 を介して回転軸 9 の軸端面 9 1 に圧接されており、ボルト座 4 1 4 がボルト 8 の座面 8 1 4 に圧接されている。このように、内輪 4 1 が回転軸 9 とボルト 8 との間で軸線方向 X に挟圧されることによって、内輪 4 1 が回転軸 9 に相対移動不能に組み付けられる。

【 0 0 5 2 】

また、ボルト 8 の円筒部 8 3 2 の外周面が回転軸 9 の調心部 9 5 の内周面と接触しており、これによりボルト 8 と回転軸 9 との心出しが成されている。更に、ボルト 8 の頭部 8 1 の外周面が内輪 4 1 の環状突部 4 1 2 の内周面と接触しており、これによりボルト 8 とサポート軸受 4 との心出しが成されている。このようにして、ボルト 8 を介して回転軸 9 とサポート軸受 4 との心出しが成されている。

10

【 0 0 5 3 】

以上に説明した通り、本実施形態に係る変速機 1 0 は、回転軸 9 (本実施形態では変速機出力軸 1 2) と、回転軸 9 の周りに配置され、互に対向配置された一对のディスク 1 3, 1 5 と、一对のディスク 1 3, 1 5 の間に傾転可能に挟まれた少なくとも一つのパワーローラ 1 8 と、回転軸 9 に組み付けられて一对のディスク 1 3, 1 5 うち少なくとも一方からアキシャル方向の荷重を受ける軸受 4 と、頭部 8 1 及び軸部 8 3 を有し、軸部 8 3 が回転軸 9 の軸端面 9 1 に螺入されたボルト 8 とを備える。軸受 4 は、内輪 4 1、外輪 4 2、及び内輪 4 1 と外輪 4 2 との間に挟まれた転動体 4 3 を有する。そして、軸受 4 が、内輪 4 1 が回転軸 9 の軸端面 9 1 とボルト 8 の頭部 8 1 との間に挟み込まれることによって回転軸 9 に組み付けられていることを特徴としている。

20

【 0 0 5 4 】

上記構成によれば、軸受 4 が組付けられる回転軸 9 の軸端部は、軸受 4 の内輪 4 1 よりも軸線方向に突出していない。よって、従来のように、回転軸 9 の軸端部を軸受 4 の内輪 4 1 より突出させて、当該突出部分にナットや止め輪を設ける場合と比較して、回転軸 9 の軸長を短縮することができる。これにより、変速機 1 0 の小型化に寄与することができる。

30

【 0 0 5 5 】

また、本実施形態に係る変速機 1 0 において、ボルト 8 の軸部 8 3 は、外周面に雄ネジ 8 3 3 が形成された雄ネジ部 8 3 1 と、雄ネジ部 8 3 1 よりも先端側に設けられて当該雄ネジ部 8 3 1 よりも小径の円筒部 8 3 2 とを有する。そして、回転軸 9 の軸端部は回転軸線 A 1 を中心とする円筒状であって、内周面に雄ネジ 8 3 3 と螺合する雌ネジ 9 3 1 が形成された雌ネジ部 9 3 と、内周面が円筒部 8 3 2 の外周面と接触する調心部 9 5 とを有する。

【 0 0 5 6 】

上記構成によれば、ボルト 8 が回転軸 9 の軸端面 9 1 に螺入されて、円筒部 8 3 2 の外周面が調心部 9 5 の内周面と接触することにより、回転軸 9 とボルト 8 との調心が行われる。

40

【 0 0 5 7 】

また、本実施形態に係る変速機 1 0 において、軸受 4 の内輪 4 1 は、ボルト 8 の座面 8 1 4 が着座するボルト座 4 1 4 と、ボルト座 4 1 4 の周囲に設けられた環状突部 4 1 2 とを有し、ボルト 8 の頭部 8 1 の外周面と環状突部 4 1 2 の内周面とが接触する。

【 0 0 5 8 】

上記構成によれば、ボルト 8 が回転軸 9 の軸端面 9 1 に螺入されて、ボルト 8 の座面 8 1 4 がボルト座 4 1 4 に着座し、ボルト 8 の頭部 8 1 の外周面と環状突部 4 1 2 の内周面とが接触することにより、ボルト 8 と軸受 4 との調心が行われる。

【 0 0 5 9 】

50

また、本実施形態に係る変速機 10 では、転動体 43 と内輪 41 との接触点 P1 が、ボルト 8 の頭部 81 の外周縁よりも径方向内側に位置する。

【0060】

上記構成によれば、内輪 41 が受けるアキシャル荷重を、ボルト 8 の頭部 81 で受けることができる。その結果、内輪 41 を薄肉化することが可能となり、本実施形態では内輪 41 の内周側角部の肉が削られて薄肉の面取部 411 となっている。そして、内輪 41 が薄肉された分、ボルト 8 の頭部 81 と首部 82 との間にのど厚部 821 が設けられて厚肉化されて強度が高められている。

【0061】

また、本実施形態に係る変速機 10 では、回転軸 9 は、回転軸 9 の内部に軸線方向 X へ延びる油路 90 を有し、ボルト 8 は、ボルト 8 の軸心部において頭部 81 と軸部 83 を貫通し、油路 90 と連通する貫通孔 85 を有する。

10

【0062】

上記構成によれば、回転軸 9 の油路 90 の油面高さを、ボルト 8 の貫通孔 85 の内径で調整することができる。油面高さを越えた作動油は、ボルト 8 の貫通孔 85 を通じて油路 90 から外部へ排出される。回転軸 9 の油路 90 の油面高さに応じて、油路 90 から回転軸 9 を径方向に貫く油孔 96 を通じて外周側へ噴出する作動油の量を調整することができる。つまり、ボルト 8 の貫通孔 85 の内径の大きさによって、回転軸 9 から油孔 96 を通じて外周側へ噴出する作動油の量を調整することができる。

【0063】

20

以上に本発明の好適な実施の形態を説明したが、本発明の思想を逸脱しない範囲で、上記実施形態の具体的な構造及び/又は機能の詳細を変更したのも本発明に含まれ得る。上記の構成は、以下のように変更することができる。

【0064】

例えば、変速機 10 は、中央入力型に限定されず、中央出力型でもよい。中央出力型の場合には、前述した入力ディスク 13 と出力ディスク 14 との位置関係が逆転し、出力ディスクが中央ディスク（第 2 ディスク）となり、入力ディスクが外ディスク（第 1 ディスク）となる。この場合、押圧装置 17 は入力ディスクを出力ディスクに向けて押圧するように構成され、カム板 61 には外歯 614 と噛合するギヤから回転が入力される。

【符号の説明】

30

【0065】

- 4 : サポート軸受
- 8 : ボルト
- 9 : 回転軸
- 10 : トロイダル無段変速機
- 10 : 変速機
- 13 : 入力ディスク
- 14, 15 : 出力ディスク
- 18 : パワーローラ
- 41 : 内輪
- 42 : 外輪
- 43 : 転動体
- 63 : ローラ
- 81 : 頭部
- 82 : 首部
- 83 : 軸部
- 85 : 貫通孔
- 90 : 油路
- 91 : 軸端面
- 93 : 雌ネジ部

40

50

- 9 5 : 調心部
- 4 1 2 : 環状突部
- 4 1 3 : 軸座
- 4 1 4 : ボルト座
- 8 1 4 : 座面
- 8 2 1 : のど厚部
- 8 3 1 : 雄ネジ部
- 8 3 2 : 円筒部
- 8 3 3 : 雄ネジ
- 8 5 1 : 小径孔部
- 8 5 2 : 大径孔部
- 9 3 1 : 雌ネジ
- A 1 : 回転軸線
- P 1 : 接触点

【図面】

【図 1】

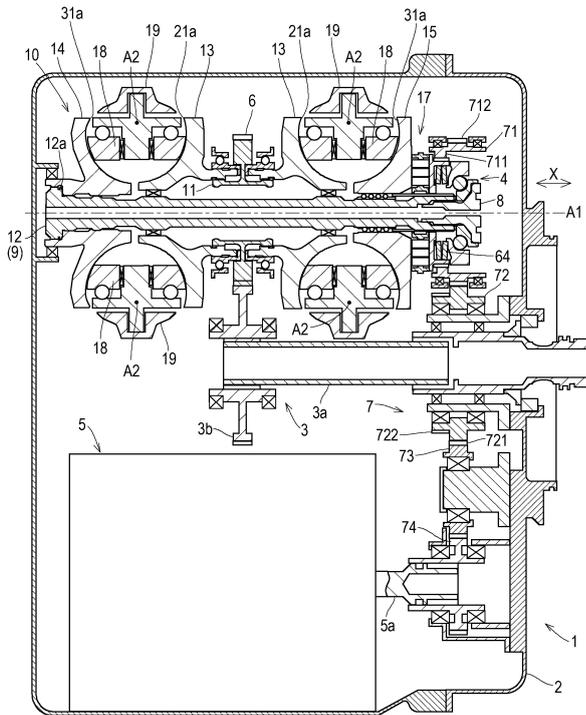


FIG.1

【図 2】

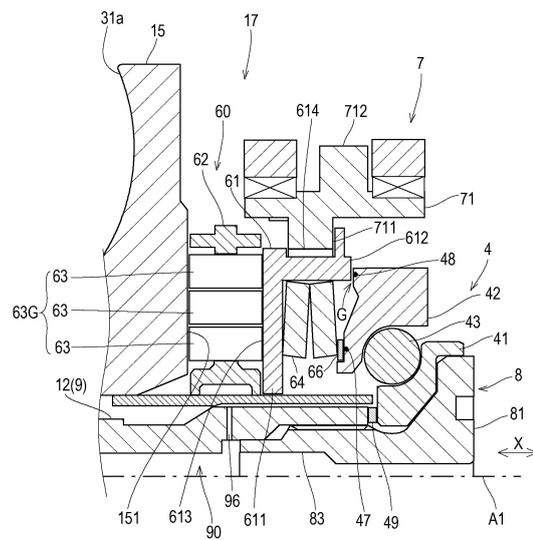


FIG.2

10

20

30

40

50

【 図 3 】

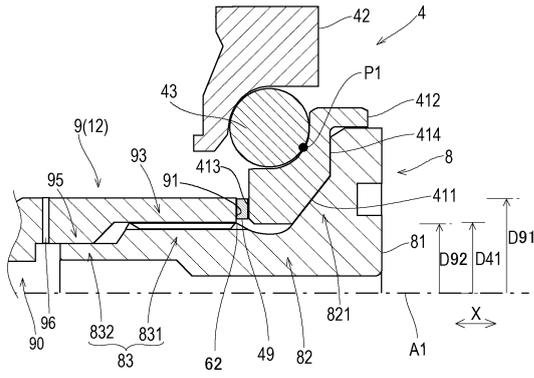


FIG.3

【 図 4 】

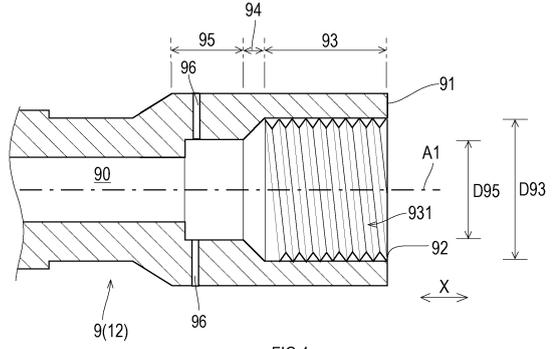


FIG.4

【 図 5 】

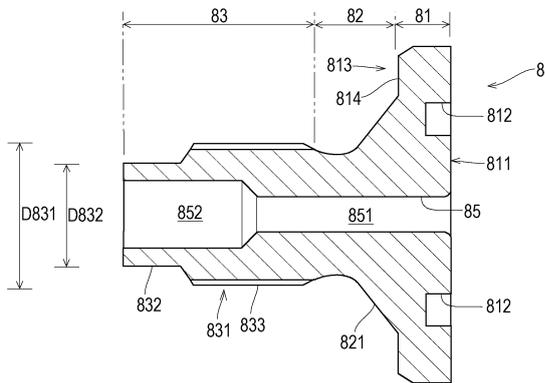


FIG.5

10

20

30

40

50

---

フロントページの続き

審査官 増岡 亘

- (56)参考文献 特開 2 0 1 8 - 7 1 6 0 9 ( J P , A )  
米国特許第 2 1 1 2 7 6 3 ( U S , A )
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)  
F 1 6 H 1 5 / 3 8