

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4496800号
(P4496800)

(45) 発行日 平成22年7月7日 (2010.7.7)

(24) 登録日 平成22年4月23日 (2010.4.23)

(51) Int. Cl.

F 1

F 1 6 H 15/38 (2006.01)

F 1 6 H 15/38

F 1 6 H 61/02 (2006.01)

F 1 6 H 61/02

F 1 6 H 61/12 (2010.01)

F 1 6 H 61/12

F 1 6 H 59/40 (2006.01)

F 1 6 H 59/40

F 1 6 H 59/42 (2006.01)

F 1 6 H 59/42

請求項の数 3 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2004-46234 (P2004-46234)
 (22) 出願日 平成16年2月23日 (2004.2.23)
 (65) 公開番号 特開2005-233377 (P2005-233377A)
 (43) 公開日 平成17年9月2日 (2005.9.2)
 審査請求日 平成18年11月2日 (2006.11.2)

(73) 特許権者 000004204
 日本精工株式会社
 東京都品川区大崎1丁目6番3号
 (74) 代理人 100087457
 弁理士 小山 武男
 (74) 代理人 100056833
 弁理士 小山 欽造
 (72) 発明者 篠島 巧
 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号
 日本精工株式会社内
 (72) 発明者 西井 大樹
 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号
 日本精工株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 トロイダル型無段変速機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

それぞれが断面円弧形の凹面である互いの側面同士を対向させた状態で、互いに同心に、且つ互いに独立した回転自在に支持された入力側ディスク及び出力側ディスクと、これら入力側ディスク及び出力側ディスクの中心軸に対し捻れの位置にある枢軸を中心として揺動する複数の支持部材と、これら各支持部材に支持された状態で上記入力側ディスク及び出力側ディスク同士の間に挟持された、その周面を球状凸面とした複数のパワーローラとを備えたトロイダル型無段変速機に於いて、これら各パワーローラの傾転量を検出する為の傾転センサを、それぞれのパワーローラ毎に備え、且つ、上記入力側ディスクの回転速度を検出する為の入力側回転センサと、上記出力側ディスクの回転速度を検出する為の出力側回転センサとを備えると共に、これら入力側、出力側各回転センサにより求められる上記入力側、出力側各ディスクの回転速度と、上記各傾転センサにより求められる上記各パワーローラの傾転量とを比較する為の比較手段を備え、この比較手段は、上記入力側、出力側各ディスクの回転速度から算出されるこれら両ディスク同士の間の変速比と、予め求めたこの変速比と上記各パワーローラの傾転量との関係から算出される当該傾転量でのこの変速比とを比較するものであり、これら2通りの方法で求めた変速比同士の間に予め設定した閾値を超える差が存在する場合に、上記入力側回転センサと出力側回転センサと傾転センサとのうちの何れかに異常ありと判定する事を特徴とするトロイダル型無段変速機。

【請求項 2】

各傾転センサにより求められる各パワーローラの傾転量を相互に比較する為の比較手段を備え、この比較手段は、これら各パワーローラの傾転量同士の間予め設定した閾値を超えるずれが存在する場合に、上記各パワーローラのうちの少なくとも何れか1個のパワーローラの傾転量に異常ありと判定する、請求項1に記載したトロイダル型無段変速機。

【請求項3】

傾転センサが、支持部材の枢軸を中心とする揺動量を検出する為の回転検出センサであり、この回転検出センサにより求められるこの支持部材の揺動量を、パワーローラの傾転量とする、請求項1～2の何れかに記載したトロイダル型無段変速機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

この発明に係るトロイダル型無段変速機は、自動車（車両）用自動変速機の変速ユニットとして、或はポンプ等の各種産業機械の運転速度を調節する為の変速機として利用する。

【背景技術】

【0002】

自動車用自動変速機として使用されるトロイダル型無段変速機が、特許文献1～4、非特許文献1、2等の多くの刊行物に記載され、且つ、一部で実施されていて周知である。この様なトロイダル型無段変速機は、互いに対向する軸方向側面をトロイド曲面とした入力側ディスクと出力側ディスクとの間に複数個のパワーローラを挟持して成る。運転時には、この入力側ディスクの回転が、これら各パワーローラを介して上記出力側ディスクに伝達される。これら各パワーローラは、それぞれトラニオン等の支持部材に回転自在に支持されており、これら各支持部材は、それぞれ上記両ディスクの中心軸に対し擦れの位置にある枢軸を中心とする揺動変位を自在に支持されている。上記両ディスク同士の間の変速比を変える場合は、油圧式のアクチュエータにより上記各支持部材を上記枢軸の軸方向に変位させる。この様なアクチュエータへの圧油の給排は、制御弁により制御すると共に、上記支持部材の動きをこの制御弁にフィードバックする様に構成する。

20

【0003】

上記アクチュエータへの圧油の給排に基づき上記各支持部材を上記枢軸の軸方向に変位させると、上記各パワーローラの周面と上記入力側、出力側各ディスクの側面との転がり接触部（トラクション部）に作用する、接線方向の力の向きが変化（転がり接触部にサイドスリップが発生）する。そして、この力の向きの変化に伴って上記各支持部材が上記枢軸を中心に揺動（傾斜）し、上記各パワーローラの周面と上記入力側、出力側各ディスクの側面との接触位置が変化する。上記各パワーローラの周面を、上記入力側ディスクの側面の径方向外寄り部分と、上記出力側ディスクの側面の径方向内寄り部分とに転がり接触させれば、上記両ディスク同士の間の変速比が増速側になる。これに対して、上記各パワーローラの周面を、上記入力側ディスクの側面の径方向内寄り部分と、上記出力側ディスクの側面の径方向外寄り部分とに転がり接触させれば、上記両ディスク同士の間の変速比が減速側になる。

30

【0004】

40

又、上述の様なトロイダル型無段変速機を実際の自動車用自動変速機に組み込む場合、遊星歯車機構等の歯車式の差動ユニットと組み合わせることで無段変速装置を構成する事が、従来から提案されている。例えば特許文献5には、所謂ギヤード・ニュートラルと呼ばれ、入力軸を一方に回転させたまま、出力軸の回転状態を、停止状態を挟んで正転、逆転に切り換えられる無段変速装置が記載されている。図4は、この特許文献5に記載された無段変速装置を示している。この無段変速装置は、トロイダル型無段変速機1と遊星歯車式変速機2とを組み合わせることで成る。このうちのトロイダル型無段変速機1は、入力軸3と、1対の入力側ディスク4、4と、出力側ディスク5と、それぞれが支持部材である複数のトラニオン6、6と、複数のパワーローラ7、7とを備える。

【0005】

50

又、上記遊星歯車式変速機 2 は、上記入力軸 3 及び一方（図 4 の右方）の入力側ディスク 4 に結合固定されたキャリア 8 を備える。そして、このキャリア 8 の両側面に、それぞれがダブルピニオン型である、第一、第二の遊星歯車 9、10 を支持している。これら各第一、第二遊星歯車 9、10 は、内径側の遊星歯車素子 11 a、12 a を、上記出力側ディスク 5 にその基端部（図 4 の左端部）を結合した中空回転軸 13 の先端部（図 4 の右端部）及び伝達軸 14 の一端部（図 4 の左端部）にそれぞれ固設した第一、第二の太陽歯車 15、16 に、外径側の遊星歯車素子 11 b、12 b をリング歯車 17 に、それぞれ噛合させている。

【0006】

一方、上記伝達軸 14 の他端部（図 4 の右端部）に固設した第三の太陽歯車 18 の周囲に設けた第二のキャリア 19 に遊星歯車素子 20 a、20 b を、回転自在に支持している。これら各遊星歯車素子 20 a、20 b は、互いに噛合すると共に、内径側の遊星歯車素子 20 a を上記第三の太陽歯車 18 に、外径側の遊星歯車素子 20 b を、上記第二のキャリア 19 の周囲に回転自在に設けた第二のリング歯車 21 に、それぞれ噛合させている。又、上記リング歯車 17 と上記第二のキャリア 19 とを低速用クラッチ 22 により係脱自在とすると共に、上記第二のリング歯車 21 とハウジング等の固定の部分とを、高速用クラッチ 23 により係脱自在としている。又、上記第二のキャリア 19 に出力軸 24 を、上記入力軸 3 と同心に固設している。

【0007】

上述の様な、図 4 に示した無段変速装置の場合、上記低速用クラッチ 22 を接続し、上記高速用クラッチ 23 の接続を断った、所謂低速モード状態では、上記入力軸 3 の動力が上記リング歯車 17 を介して上記出力軸 24 に伝えられる。そして、トロイダル型無段変速機 1 の変速比を変える事により、無段変速装置全体としての速度比、即ち、上記入力軸 3 と上記出力軸 24 との間の速度比が変化する。この様な低速モード状態では、図 5 に線分 1 で示す様に、無段変速装置全体としての速度比は無限大に変化する。即ち、上記トロイダル型無段変速機 1 の変速比を調節する事により、上記入力軸 3 を一方向に回転させた状態のまま上記出力軸 24 の回転状態を、停止状態を挟んで、正転、逆転の変換自在となる。

【0008】

これに対して、上記低速用クラッチ 22 の接続を断ち、上記高速用クラッチ 23 を接続した、所謂高速モード状態では、上記入力軸 3 の動力が、前記第一の遊星歯車 9、上記リング歯車 17、前記第二の遊星歯車 10、前記伝達軸 14、前記各遊星歯車素子 20 a、20 b、上記第二のキャリア 19 を介して、上記出力軸 24 に伝えられる。そして、上記トロイダル型無段変速機 1 の変速比を変える事により、無段変速装置全体としての速度比が変化する。この様な高速モード状態の場合には、図 5 に線分 2 で示す様に、上記トロイダル型無段変速機 1 の変速比を大きくする程、無段変速装置全体としての速度比が大きくなる。

【0009】

上述の様に構成する無段変速装置の場合、入力軸 3 を回転させた状態のまま出力軸 24 を停止させたり、或は極低速で回転させる状態で、トロイダル型無段変速機 1 を通過するトルクを適正に規制する必要がある。この様な事情に鑑みて、特願 2003 - 56681 号には、上記入力軸 3 を駆動するエンジンの回転速度を大まかに制御しつつ、この回転速度に合わせてトロイダル型無段変速機 1 の変速比の調節を行なう事により、上記トロイダル型無段変速機 1 を通過するトルクを目標値に規制する制御方法が開示されている（第一の先発明）。又、特願 2003 - 105967 号には、非走行状態で、出力軸に加わるトルクが 0 若しくは小さな値に収まる様に、トロイダル型無段変速機の変速比を厳密に規制できる、無段変速装置に関する発明が開示されている（第二の先発明）。この第二の先発明の構造及び作用に就いて、図 6 ~ 7 により説明する。尚、このうちの図 6 の上部には、例えば上述の図 4 に示した無段変速装置を模式的に示している。従って、当該部分には、この図 4 に示した符号と同じ符号を付している。又、上記図 6 中、太矢印は動力

10

20

30

40

50

の伝達経路を、実線は油圧回路を、破線は電気回路を、それぞれ示している。

【 0 0 1 0 】

エンジン 2 5 の出力は、ダンパ 2 6 を介して、入力軸 3 に入力される。この入力軸 3 に伝達された動力は、トロイダル型無段変速機 1 を構成する油圧式の押圧装置 2 7 から入力側ディスク 4 に伝達され、更にパワーローラ 7 を介して出力側ディスク 5 に伝達される。これら両ディスク 4、5 のうち、入力側ディスク 4 の回転速度は入力側回転センサ 2 8 により、出力側ディスク 5 の回転速度は出力側回転センサ 2 9 により、それぞれ測定して、制御器 3 0 に入力し、上記両ディスク 4、5 間の（トロイダル型無段変速機 1 の）変速比を算出自在としている。

【 0 0 1 1 】

又、上記入力軸 3 に伝達された動力は、直接又は上記トロイダル型無段変速機 1 を介して、差動ユニットである遊星歯車式変速機 2 に伝達される。そして、この遊星歯車式変速機 2 の構成部材の差動成分が、クラッチ装置 3 1 を介して、出力軸 2 4 に取り出される。尚、このクラッチ装置 3 1 は、前記図 4 に示した低速用クラッチ 2 2 及び高速用クラッチ 2 3 を表すものである。又、出力軸回転センサ 3 2 によって、上記出力軸 2 4 の回転速度を検出自在としている。一方、上記ダンパ 2 6 部分から取り出した動力によりオイルポンプ 3 3（3 3 a、3 3 b）を駆動し、このオイルポンプ 3 3 から吐出した圧油を、上記押圧装置 2 7 と、上記パワーローラ 7 を支持したトラニオン 6（図 4 参照）を枢軸 3 4、3 4（後述する本発明の実施例を示す図 2 参照）の軸方向に変位させるアクチュエータ 3 5（後述する図 7 参照）の変位量を制御する為の制御弁装置 3 6 とに、送り込み自在としている。尚、この制御弁装置 3 6 とは、後述する図 7 に示した制御弁 3 7 と、差圧シリンダ 3 8 と、補正用制御弁 3 9 a、3 9 b と、高速用切換弁 4 0 及び低速用切換弁 4 1 とを合わせたものである。このうちの制御弁 3 7 は、上記アクチュエータ 3 5 への油圧の給排を制御するものである。又、このアクチュエータ 3 5 に設けた 1 対の油圧室 4 2 a、4 2 b（図 7 参照）内の油圧を（実際には 1 対の）油圧センサ 4 3 により検出して、その検出信号を、上記制御器 3 0 に入力している。

【 0 0 1 2 】

この制御器 3 0 は、上記油圧センサ 4 3 からの信号に基づいて、上記トロイダル型無段変速機 1 を通過するトルク（通過トルク）を算出する。そして、この様に算出される通過トルクに応じてトロイダル型無段変速機 1 の変速比を補正すべく、上記制御弁 3 7 の構成部材を上記差圧シリンダ 3 8 により変位させる。このような差圧シリンダ 3 8 への圧油の給排は、上記補正用制御弁 3 9 a、3 9 b により制御される。又、上記制御弁装置 3 6 は、ステッピングモータ 4 4 と、ライン圧制御用電磁開閉弁 4 5 と、上記補正用制御弁 3 9 a、3 9 a を切り換える為の電磁弁 4 6 と、上記高速用切換弁 4 0 及び低速用切換弁 4 1 を切り換える為のシフト用電磁弁 4 7 とにより、その作動状態を切り換えられる。そして、これらステッピングモータ 4 4 と、ライン圧制御用電磁開閉弁 4 5 と、電磁弁 4 6 と、シフト用電磁弁 4 7 とは、何れも上記制御器 3 0 からの制御信号に基づいて切り換えられる。

【 0 0 1 3 】

又、この制御器 3 0 には、前記各回転センサ 2 8、2 9、3 2 及び上記油圧センサ 4 3 からの信号の他、潤滑油（トラクションオイル）の温度を検出する油温センサ 4 8 の検出信号と、後述する図 7 に記載した手動油圧切換弁 5 2 を切り換える為のシフトレバー（操作レバー）の操作位置を検出するポジションスイッチ 4 9 の位置信号と、アクセルペダルの開度を検出するアクセルセンサ 5 0 の検出信号と、ブレーキペダル或はパーキングブレーキの操作を検出するブレーキスイッチ 5 1 の信号とを入力している。又、上記制御器 3 0 は、上記各スイッチ 4 9、5 1 及び各センサ 2 8、2 9、3 2、4 3、4 8、5 0 からの信号に基づいて、上記ステッピングモータ 4 4 と、ライン圧制御用電磁開閉弁 4 5 と、電磁弁 4 6 と、シフト用電磁弁 4 7 とに上記制御信号を送る他、前記エンジン 2 5 を制御する為のエンジンコントローラ 5 3 に制御信号を送る。そして、前記第一の先発明の場合と同様に、入力軸 3 と出力軸 2 4 との間の速度比を変えたり、或は停止時若しくは極く低

10

20

30

40

50

速走行時に前記トロイダル型無段変速機 1 を通過して上記出力軸 2 4 に加えられるトルク（通過トルク）を制御する。

【0014】

又、第二の先発明の場合には、前記入力側回転センサ 2 8 及び前記出力側回転センサ 2 9 の検出信号に基づいて、上記出力軸 2 4 の回転速度及び回転方向を算出し、上記通過トルクの制御を行なう様にしている。即ち、上記入力側、出力側両回転センサ 2 8、2 9 の検出信号を入力した上記制御器 3 0 は、これら両回転センサ 2 8、2 9 の検出信号に基づいて、各入力側ディスク 4、4 の回転速度 N_{ID} と出力側ディスク 5 の回転速度 N_{OD} を求める。そして、これら各入力側ディスク 4、4 の回転速度 N_{ID} と出力側ディスク 5 の回転速度 N_{OD} とから求められる、上記トロイダル型無段変速機 1 の変速比 N_{OD} / N_{ID} と、前記低速用クラッチ 2 2 を接続しての低速モード状態時の、前記遊星歯車式変速機 2 の変速比 i_1 とから、上記出力軸 2 4 の回転速度 N_{OUT} を、上記各入力側ディスク 4、4 の回転速度に対する比として求める。

【0015】

そして、この様に出力軸 2 4 の回転速度 N_{OUT} を求める第二の先発明の場合、走行状態（D、L レンジ又は R レンジ）が選択された瞬間に、この出力軸 2 4 が突然、必要以上のトルク、且つ、必要以上の速度で回転し始める事を防止すべく、低速側、高速側両クラッチ 2 2、2 3 が繋がれた場合でも上記出力軸 2 4 の回転速度が 0 となる様に、トロイダル型無段変速機 1 の変速比を規制する。この場合に、このトロイダル型無段変速機 1 を通過するトルクの目標値を（非走行状態での実質的通過トルクの値である）0 にした状態で、このトロイダル型無段変速機 1 の変速比を調節する。或は、上記両クラッチ 2 2、2 3 が繋がれた場合に上記出力軸 2 4 の回転速度が、ブレーキペダルの踏み込みにより停止させられる程度の低速となり、且つ、この出力軸 2 4 に加わるトルクが小さくなる様に、上記トロイダル型無段変速機 1 の変速比を調節する。

【0016】

図 7 は、この様な変速比の調節を行なう第二の先発明の無段変速装置を制御する油圧回路を示している。この油圧回路では、油溜 5 4 から吸引されてオイルポンプ 3 3 a、3 3 b により吐出された圧油を、調圧弁 5 5 a、5 5 b で所定圧に調整自在としている。又、上記両調圧弁 5 5 a、5 5 b のうち、手動油圧切換弁 5 2 側に送る油圧を調整する為の調圧弁 5 5 b による調整圧を、ライン圧制御用電磁開閉弁 4 5 の開閉に基づいて調節自在としている。そして、上記両調圧弁 5 5 a、5 5 b により圧力を調整された圧油を、制御弁 3 7 を介してアクチュエータ 3 5 に送り込み自在とする他、差圧シリンダ 3 8 のストロークを調節する為の補正用制御弁 3 9 a、3 9 b に、電磁弁 4 6 の開閉に基づいて送り込み自在としている。又、上記圧油を、油圧式の押圧装置 2 7 に送り込む様にしている。又、この圧油は、上記手動油圧切換弁 5 2 と、高速用切換弁 4 0 又は低速用切換弁 4 1 とを介して、低速用クラッチ 2 2 又は高速用クラッチ 2 3 の油圧室内に送り込み自在としている。

【0017】

上述の様な油圧回路により制御される、前述の様な第二の先発明を実施する場合、前述した様に、入力側回転センサ 2 8 及び出力側回転センサ 2 9 の検出信号に基づいて、入力側ディスク 4 の回転速度 N_{ID} 及び出力側ディスク 5 の回転速度 N_{OD} を求めつつ、制御弁装置 3 6 をフィードバック制御する。言い換えれば、上記入力側、出力側各回転センサ 2 8、2 9 の検出信号に基づいて、トロイダル型無段変速機 1 の変速比 N_{OD} / N_{ID} を所望値に調節する事で、このトロイダル型無段変速機 1 を通過するトルクや出力軸 2 4 の回転速度の規制を行なう。但し、この様に入力側、出力側各ディスク 4、5 の回転速度 N_{ID} 、 N_{OD} のみから上記変速比 N_{OD} / N_{ID} の調節を行なう場合、これら入力側ディスク 4 と出力側ディスク 5 との間の変速比 N_{OD} / N_{ID} を所望値に調節できても、これら両ディスク 4、5 同士の間挟持された各パワーローラ 7 の傾転量（各パワーローラ 7 を支持するトラニオン 6 の枢軸 3 4 を中心とする揺動量）を知る事はできない。

【0018】

即ち、上記各回転センサ 28、29 の検出信号に基づいて上記変速比 N_{OD} / N_{ID} を所望値に調節しても、上記各パワーローラ 7 の傾転量が適正な状態（不可避免的なばらつきの範囲内）で所望値に調節されているのか、或は、不適正で（互いに揺動量が不一致となり）、これら各パワーローラ 7 の周面と上記入力側、出力側各ディスク 4、5 の側面との転がり接触部（トラクション部）で過大な滑りが生じている状態で所望値に調節されているのかは、そのままでは分らない。そして、この様に転がり接触部で過大な滑りが生じたまま運転を続けた場合には、変速動作が不安定になると共に、上記入力側、出力側各ディスク 4、5 及び各パワーローラ 7 が早期に寿命に至り、耐久性を十分に確保できなくなる可能性がある。

【0019】

又、上述の様に入力側、出力側各回転センサ 28、29 の検出信号に基づいて、上記トロイダル型無段変速機 1 の変速比 N_{OD} / N_{ID} の調節を行なう場合、これら各回転センサ 28、29 のうちの何れかのセンサに異常が発生すると、そのままではこの変速比 N_{OD} / N_{ID} の調節を所望通り行なえなくなる可能性がある。尚、出力軸 24 の回転速度を検出する為の出力軸回転センサ 32 を設けた場合には、この出力軸 24 の回転速度を検出する事により、上記各回転センサ 28、29 に異常が発生した事を判定できる。そして、異常が発生したセンサの検出する回転速度を推定する等により、上記変速比の調節を行なう事ができる。但し、この様な変速比の調節が行なえるのは、低速用クラッチ 22 や高速用クラッチ 23 が接続されている状態、即ち走行状態が選択されている場合であり、上記両クラッチ 22、23 の接続が断たれる非走行状態が選択されている場合には、そのままでは上記変速比の調節を所望通り行なえなくなる可能性がある。

【0020】

一方、上述の様な出力軸回転センサ 32 を設けていない場合には、上記入力側、出力側各回転センサ 28、29 に異常が発生した事を判定できるとしても、やはり上記変速比の調節を所望通り行なう事ができなくなる可能性がある。即ち、例えば上記入力側、出力側各回転センサ 28、29 の検出する回転速度が正常な運転では生じ得ない様な急変動をした場合等に、これら各回転センサ 28、29 に異常が発生したと判定する事ができる。又、所定の条件の下でこれら各回転センサ 28、29 が検出する回転速度が所定の値か否かを判定する事により、上記各回転センサ 28、29 に異常が発生したか否かを判定する事ができる。但し、何れにしてもそのままでは上記変速比を所望値に調節する事はできず、トロイダル型無段変速機 1 を通過するトルクや出力軸 24 の回転速度を規制する為の変速比制御を所望通り行なえなくなる可能性がある。そして、この様に変速比制御を所望通り行なえなくなった場合には、無段変速装置、延いてはこの無段変速装置を搭載した車両の運転状態が不安定になる他、この車両を修理工場まで自走させられなくなる等の故障を生じる可能性もある。

【0021】

【特許文献 1】特開 2001 - 317601 号公報

【特許文献 2】特開 2001 - 165262 号公報

【特許文献 3】特開昭 62 - 167966 号公報

【特許文献 4】特開平 6 - 42618 号公報

【特許文献 5】特開 2003 - 307266 号公報

【非特許文献 1】青山元男著、「別冊ベストカー 赤バジシリーズ 245 / クルマの最新メカがわかる本」、株式会社三雄社 / 株式会社講談社、平成 13 年 12 月 20 日、p. 92 - 93

【非特許文献 2】田中裕久著、「トロイダル CVT」、株式会社コロナ社、2000 年 7 月 13 日

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0022】

本発明のトロイダル型無段変速機は、上述の様な事情に鑑みて、転がり接触部（トラク

10

20

30

40

50

ション部)の過大な滑りに基づく寿命の短縮や変速動作が不安定になる事を防止する他、センサの異常の有無に拘わらず変速比制御が不安定になる事を防止して、優れた耐久性並びに信頼性を有する構造を実現すべく発明したものである。

【課題を解決するための手段】

【0023】

本発明のトロイダル型無段変速機は、入力側ディスク及び出力側ディスクと、複数の支持部材と、複数のパワーローラとを備える。

このうち入力側ディスク及び出力側ディスクは、それぞれが断面円弧形の凹面である互いの側面同士を対向させた状態で、互いに同心に、且つ互いに独立した回転自在に支持されている。

又、上記各支持部材は、上記入力側ディスク及び出力側ディスクの中心軸に対し捻れの位置にある枢軸を中心として揺動する。

又、上記各パワーローラは、その周面を球状凸面としたもので、上記各支持部材に支持された状態で上記入力側ディスク及び出力側ディスク同士の間挟持されている。

特に、本発明のトロイダル型無段変速機に於いては、上記各パワーローラの傾転量(傾転角、揺動角)を検出する為の傾転センサを、それぞれのパワーローラ毎に設けている。

且つ、上記入力側ディスクの回転速度を検出する為の入力側回転センサと、上記出力側ディスクの回転速度を検出する為の出力側回転センサとを備える。又、これら入力側、出力側各回転センサにより求められる上記入力側、出力側各ディスクの回転速度と、上記各傾転センサにより求められる上記各パワーローラの傾転量とを比較する為の比較手段を備える。この比較手段は、上記入力側、出力側各ディスクの回転速度から算出されるこれら両ディスク同士の間の変速比と、予め求めたこの変速比と上記各パワーローラの傾転量との関係から算出される当該傾転量でのこの変速比とを比較するものとする。そして、これら2通りの方法で求めた変速比同士の間に予め設定した閾値を超える差が存在する場合に、上記入力側回転センサと出力側回転センサと傾転センサとのうちの何れかに異常ありと判定する。

【発明の効果】

【0024】

上述の様に構成する本発明のトロイダル型無段変速機によれば、各傾転センサによりそれぞれのパワーローラの傾転量(傾転角、揺動角)を求められる為、これら各パワーローラの傾転量が適正か否か等の判定を行なえる。即ち、上記各傾転センサの検出信号に基づいて求められる上記各パワーローラの傾転量から、これら各パワーローラの傾転量にずれが生じたか否か(揺動量が不一致か否か)を判定できる。そして、これら各パワーローラの傾転量が不一致となり、転がり接触部(トラクション部)で過大な滑りが生じていると判定される場合に、この過大な滑りに基づく過大な摩擦を低減させる事ができる。例えば、押圧装置が発生する押圧力の低減やアクチュエータによる変速動作の停止等を必要に応じて行なえば、上記過大な滑りに基づく過大な摩擦を低減して、この過大な摩擦に基づく寿命の短縮を防止できる。

【0025】

又、入力側、出力側各回転センサを設けている為、これら入力側、出力側各回転センサにより求められる入力側、出力側各ディスクの回転速度と上記各傾転センサにより求められる各パワーローラの傾転量とを比較すれば、これら各センサ(の検出信号)の異常の判定も行なえる。即ち、上記各ディスクの回転速度から算出されるこれら両ディスク同士の間の変速比と、予め求めたこの変速比と上記各パワーローラの傾転量との関係から算出される当該傾転量でのこの変速比とを比較する事により、これら各センサの何れかに異常が発生したか否かを判定できる。

【0026】

しかも、これら各センサの異常を判定する為の閾値の値を必要に応じて調節したり、或は複数の閾値を設定しておく等により、上記センサの異常が、検出信号にノイズが混入する等の検出誤差に基づくもの(補正可能なもの)であるか、破損等の修理・交換等を要す

10

20

30

40

50

るもの（当該センサの検出信号を使用できないもの）であるかの判定も行なえる。そして、上記センサの異常が、検出信号にノイズが混入する等の検出誤差に基づくものであれば、上記各センサにより求められる値を相互に比較しつつ、上記誤差を低減する為の微調整や補正を行なえる。又、上記センサの異常が、破損等の修理・交換等を要するものである場合には、警報を発する事により使用者等に修理を促す事ができる。更には、上記センサの異常に基づく検出誤差を低減したり使用者等に修理を促す事により、安定性や信頼性の向上を図れる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

本発明を実施する場合に好ましくは、請求項2に記載した様に、各傾転センサにより求められる各パワーローラの傾転量を相互に比較する為の比較手段を備える。そして、この比較手段は、これら各パワーローラの傾転量同士の間予め設定した閾値を超える差が存在する場合に、上記各パワーローラのうちの少なくとも何れか1個のパワーローラの傾転量に異常ありと判定する。

この様に構成すれば、転がり接触部（トラクション部）で過大な滑りが生じているか否かを判定でき、この判定結果に基づいてこの過大な滑りに基づく過大な摩擦を低減する為の適切な処置を講ずる事により、この過大な摩擦に基づく寿命の短縮を防止して、耐久性の向上を図れる。

【0028】

又、好ましくは、請求項3に記載した様に、傾転センサを、支持部材の枢軸を中心とする揺動量を検出する為の回転検出センサとする。そして、この回転検出センサにより求められるこの支持部材の揺動量（揺動角、回転角）を、パワーローラの傾転量とする。

この様に構成すれば、上記各パワーローラの傾転量を簡素な構造で正確に求められる。

【実施例】

【0029】

図1～3は、本発明の実施例を示している。図1は、トロイダル型無段変速機1と、差動ユニットである遊星歯車式変速機2とを組み合わせる成る、無段変速装置のブロック図である。尚、本実施例の特徴は、各パワーローラ7の傾転量（傾転角、揺動角）を検出する為の傾転センサ56をそれぞれのパワーローラ7毎に設ける事により、転がり接触部の過大な滑りに基づく寿命の短縮や変速動作が不安定になる事を防止すると共に、上記トロイダル型無段変速機1の変速比制御を正確且つ安定して行なう点にある。上記図1に示した無段変速装置は、図面に表れる構造に関しては、制御器30に上記各傾転センサ56の検出信号を入力させる様にした点が、前述の図6に示した第二の先発明の構造と相違する。又、上記トロイダル型無段変速機1の変速比を調節する為の油圧回路に就いては、図7に示した、上記第二の先発明に利用する油圧回路と同様である。よって、重複する説明を省略し、以下、本実施例の特徴である、上記各傾転センサ56を設けた部分の具体的構造、並びに、この様な傾転センサ56の検出信号に基づいて上記制御器30が行なう変速比制御に就いて説明する。

【0030】

本実施例の場合、図2に示す様に、上記各パワーローラ7を回転自在に支持する為の支持部材である各トラニオン6aを、揺動フレーム57の両端部に、ラジアルニードル軸受58、58及びスラストニードル軸受59、59を介して揺動変位自在に支持している。そして、上記各揺動フレーム57の中間部を、入力側、出力側各ディスク4、5（図4参照）の中心軸に対し平行若しくはほぼ平行に設けた各支持軸60に、これら各支持軸60を中心とする揺動変位自在に支持している。上記入力側ディスク4と出力側ディスク5との間の変速比を変える場合には、アクチュエータ35（図7参照）を構成する図示しない油圧シリンダへの圧油の給排に基づき、上記揺動フレーム57を、上記支持軸60を中心に揺動変位させる。この結果、これら各揺動フレーム57に支持された上記各トラニオン6aが、上記各支持軸60を中心として円弧運動（スイベル運動）をする。

【0031】

そして、この円弧運動に基づく上記各トラニオン 6 a の枢軸 3 4、3 4 の軸方向に関する変位により、これら各トラニオン 6 a に回転自在に支持した各パワーローラ 7 の周面と上記各ディスク 4、5 の側面との転がり接触部に作用する、接線方向の力の向きが変化する。そして、この力の向きの変化に伴って上記各トラニオン 6 a が、上記各揺動フレーム 5 7 に枢支された上記各枢軸 3 4、3 4 を中心として揺動し、上記各パワーローラ 7 の周面と上記各側面との当接位置が変化して、上記両ディスク 4、5 同士の間の回転速度比が変化する。尚、上記各トラニオン 6 a の動きは、何れかのトラニオン 6 a の外側面に設けたカム面 6 1 を介して圧油の給排を制御する為の制御弁 3 7 のスプール 6 2 (図 7 参照) に伝達する事で、この制御弁 3 7 にフィードバックする様にしている。この様な変速動作を行なう部分の構成に就いては、特許文献 2 等に記載される等により従来から知られているトロイダル型無段変速機の変速機構と基本的に同じである為、より詳しい説明は省略する。

10

【0032】

又、本実施例の場合、上述の様に各パワーローラ 7 の傾転量を検出する為の傾転センサ 5 6 を、これら各パワーローラ 7 毎に設けている。この為に本実施例の場合には、上記揺動フレーム 5 7 の両端部に固定した 1 対の端板 6 3 a、6 3 b のうち的一方 (図 2 の左方) の端板 6 3 a に、上記トラニオン 6 a の一端部 (図 2 の左端部) に設けた枢軸 3 4 の端面に対向する状態で、上記傾転センサ 5 6 である回転検出センサを設けている。この回転検出センサは、上記枢軸 3 4 の端面のうちでこの枢軸 3 4 の中心軸から径方向外方に外れた位置に固設した被検出部材となるロータ (エンコーダ) 6 4 に、その検出部を当接乃至近接対向させている。そして、上記回転検出センサから出力される、上記ロータ 6 4 の変位量 (回転角度) に応じて、上記枢軸 3 4 を中心とした上記各トラニオン 6 a の揺動量 (回転量) を検出自在としている。本実施例の場合、この様な回転検出センサにより求められる上記トラニオン 6 a の揺動量を、上記パワーローラ 7 の傾転量としている。

20

【0033】

この様な各パワーローラ 7 の傾転量を検出する為の傾転センサ 5 6 を設けた本実施例の場合、これら各傾転センサ 5 6 の検出信号に基づいて求められるそれぞれのパワーローラ 7 の傾転量から、これら各パワーローラ 7 の傾転量が適正か否かを判定する。この為に、本実施例の場合には、これら各傾転センサ 5 6 により求められる上記各パワーローラ 7 の傾転量を相互に比較する為の比較手段を備えている。この様な比較手段は、後述する制御器 3 0 等に組み込まれ、必要に応じて、上記各パワーローラ 7 の傾転量に異常があるか否かの判定を行なう。即ち、これら各パワーローラ 7 の傾転量同士の間に予め設定した閾値を超える差が存在する場合に、上記各パワーローラ 7 のうちの少なくとも何れかのパワーローラ 7 の傾転量が他のパワーローラ 7 の傾転量と不一致となり、当該パワーローラ 7 の周面と入力側、出力側各ディスク 4、5 の側面との転がり接触部 (トラクション部) で過大な滑りが生じていると判定する。そして、この判定結果に基づいてこの過大な滑りに基づく過大な摩擦を低減する為の適切な処置、例えば、押圧装置 2 7 の押圧力の低減やアクチュエータ 3 5 による変速動作の停止等を必要に応じて行なえば、上記過大な滑りに基づく過大な摩擦を低減して、この過大な摩擦に基づく寿命の短縮を防止できる。

30

【0034】

又、上述の様な傾転センサ 5 6 を備えた本実施例の場合、上記制御器 3 0 は、上述の様な各パワーローラ 7 の傾転量の異常を判定する機能の他、次の様な機能も備える。

40

先ず、入力側回転センサ 2 8 により求められる上記入力側ディスク 4 の回転速度 N_{ID} 及び出力側回転センサ 2 9 により求められる上記出力側ディスク 5 の回転速度 N_{OD} に基づいて、上記トロイダル型無段変速機 1 の変速比 N_{OD} / N_{ID} を算出する機能を備える。この機能は、前述した先発明で、トロイダル型無段変速機 1 の変速比を調節する際に行なう、このトロイダル型無段変速機 1 の変速比を算出する機能と同様である。

【0035】

又、上記各傾転センサ 5 6 により求められる上記各パワーローラ 7 の傾転量 (各パワーローラ 7 の平均傾転量) と、予め求めたこの傾転量と上記トロイダル型無段変速機 1 の変

50

速比との関係とに基づいて、このトロイダル型無段変速機 1 の変速比を算出する機能を備える。この様に速比を算出する為に予め求める、上記傾転量と上記変速比との関係は、計算により、或は実際にトロイダル型無段変速機 1 を運転する事により求められる。即ち、このトロイダル型無段変速機 1 の最小減速状態から最大増速状態まで運転しつつ、上記各傾転センサ 5 6 により求められる上記各パワーローラ 7 の傾転量と、上記入力側、出力側各回転センサ 2 8、2 9 により求められる上記入力側、出力側各ディスク 4、5 の回転速度 N_{ID} 、 N_{OD} に基づいて算出される上記トロイダル型無段変速機 1 の変速比 N_{OD} / N_{ID} とを、例えば数式或はマップ等に互に対応させて記憶させる事で、予め求めておく。この様にして求める上記傾転量と上記変速比 N_{OD} / N_{ID} との関係は、工場出荷の際に予め初期設定として上記制御器 3 0 等に記憶させておく他、イグニッションスイッチを ON する都度、上記トロイダル型無段変速機 1 を最小減速状態から最大増速状態まで運転する事により再設定しても良い。

10

【0036】

更に本実施例の場合は、上述の様な機能と共に、上記入力側、出力側各回転センサ 2 8、2 9 の検出信号に基づいて算出される上記変速比 N_{OD} / N_{ID} と、上記各傾転センサ 5 6 の検出信号に基づいて算出される変速比とを比較し、これら各変速比同士の間で予め設定した閾値を超えるずれがある場合に、何れかの変速比が正常な値でないと判定する機能を備える。そして、これと共に、何れかの変速比が正常な値でないと判定された場合に、正常な値の変速比に基づいてトロイダル型無段変速機の変速比の調節を行なう機能を備える。これらの機能に就いて、図 3 のフローチャートを参照しつつ説明する。尚、本実施例は、入力側、出力側各回転センサ 2 8、2 9 に異常がない事を条件とし、上記各傾転センサ 5 6 の検出信号に基づいて算出される変速比が正常な値か否かの判定を行なう場合を説明する。但し、上記各傾転センサ 5 6 に異常がない事を条件に、上記入力側、出力側各回転センサ 2 8、2 9 の検出信号に基づいて算出する変速比が正常な値か否かの判定を行なう事もできる。

20

【0037】

先ず、本実施例の場合、トロイダル型無段変速機 1 の変速動作の開始に先だって、上記入力側、出力側各回転センサ 2 8、2 9 に異常がない事を確認する。この為に、例えば、これら入力側、出力側各回転センサ 2 8、2 9 の検出する回転速度 N_{ID} 、 N_{OD} が正常運転では生じ得ない様な急変動をしていない事や、アイドル回転時にクラッチ装置 3 1 の接続を断つ如く、各部の回転速度（出力側では 0）が推定できる様な、所定の条件の下で、上記各回転センサ 2 8、2 9 の検出する回転速度 N_{ID} 、 N_{OD} が所定の値である事を、予め確認しておく。そして、ステップ 1 で、アクセルセンサ 5 0（図 1 参照）により検出されるアクセル開度や図示しない車速センサ等から得られる車両の運転状況に応じて、必要とするトロイダル型無段変速機 1 の変速比（目標変速比）、即ち、調節すべき変速比となる目標値（所望値）を算出する。又、これと共に、この目標値を実現する為に必要な、各パワーローラ 7 の傾転量（傾転角）の目標値（目標傾転量）を算出する。尚、このパワーローラ 7 の傾転量の目標値は、前述の様に予め求めた、この傾転量と上記トロイダル型無段変速機 1 の変速比との関係とに基づいて算出できる。

30

【0038】

次いで、ステップ 2 ~ 3 で、上記トロイダル型無段変速機 1 の変速比を目標値に調節すべく、上記各傾転センサ 5 6 により上記各パワーローラ 7 の傾転量を求めつつ、制御弁装置 3 6 をフィードバック制御（PID 制御）する。即ち、上記各傾転センサ 5 6 から実際の傾転量を求めつつ、この傾転量と目標値との差が所定の値よりも小さくなるまで（例えば 1 度未満となるまで）、アクチュエータ 3 5 によりトラニオン 6（6 a）を枢軸 3 4、3 4 の軸方向に変位させる。そして、ステップ 3 で、実際の傾転量と目標値との差が所定の値よりも小さくなったと判定したら、即ち、上記各傾転センサ 5 6 により求められる上記傾転量に基づいて、上記トロイダル型無段変速機 1 の変速比が目標値まで調節されたと判定したら、次のステップ 4 で、上記入力側回転センサ 2 8 及び出力側回転センサ 2 9 の検出信号から求められる入力側ディスク 4 の回転速度 N_{ID} 及び出力側ディスク 5 の回転速

40

50

度 N_{OD} に基づいて、実際のトロイダル型無段変速機の変速比 N_{OD} / N_{ID} を求める。

【0039】

そして、続くステップ5で、この実際の変速比 N_{OD} / N_{ID} と上記目標値とを比較し、これら変速比同士の間にて予め設定した閾値を超えるずれがあるか否かを判定する。この場合に、上記実際の変速比 N_{OD} / N_{ID} と目標値とが一致していれば、変速動作を終了する。これに対して、上記変速比同士の間にて予め設定した閾値を超えるずれがある場合は、上記各傾転センサ56により算出される変速比が正常な値でない、即ち、これら各傾転センサ56に何らかの異常が発生したと判定し、ステップ6で、上記アクチュエータ35を制御する為の制御ユニットを構成するステッピングモータ44の出力部材を1ステップずつ移動させる。そして、この出力部材の移動を、上記実際の変速比 N_{OD} / N_{ID} と目標値とが一致するまで行なう事により、トロイダル型無段変速機1の変速比を補正する。そして、これら実際の変速比 N_{OD} / N_{ID} と目標値とが一致した状態で、変速動作を終了する。尚、この様に変速比の補正を行なった場合には、上記各パワーローラ7の傾転量とトロイダル型無段変速機1の変速比との関係を再学習し、更に記憶したり、その補正した変速比と上記ステッピングモータ44の出力部材の位置（ステッピングモータ44のステップ数）とを対応させて学習し、更に記憶させる。

10

【0040】

尚、上記傾転センサ56の異常を判定する為の上記閾値の値は、必要に応じて調節したり、或は複数の閾値を設定しておく等により、この傾転センサ56の異常が、検出信号にノイズが混入する等の検出誤差に基づくもの（上述の様な修正可能なもの）であるか、破損等の修理・交換等を要するもの（傾転センサ56の検出信号を使用できないもの）であるかの判定を行なう。そして、上記傾転センサ56の異常が、検出信号にノイズが混入する等の検出誤差に基づくものであれば、上述の様に変速比の補正を行なう。そして、この様な補正を行なった場合には、上記傾転量と上記変速比との関係を再学習したり、この変速比と上記ステッピングモータ44の出力部材の位置とを対応させて学習、記憶する等により、上記検出誤差を修正する作業を必要に応じて行なう。

20

【0041】

この様な修正作業を行なえば、上述の様な誤差を生じたまま上記ステッピングモータ44の出力部材の位置等を学習する事がなくなり、上記傾転センサ56の検出信号に基づく上記変速比制御を常に正確且つ安定して行なえる。又、上記傾転センサ56の異常が、破損等の修理・交換等を要するものであっても、上記入力側、出力側各回転センサ28、29により変速比制御を継続して行なえる。この場合に使用者等に修理を促す為の警報を発すれば、車両を修理工場まで自走できなくなる程の故障に至る事を未然に防止する事ができ、信頼性の向上を図れる。

30

【0042】

尚、上記各傾転センサ56により求められる上記パワーローラ7の最大傾転量（パワーローラ7の最大傾斜位置）と、上記ステッピングモータ44の出力部材の位置（ステッピングモータ44のステップ数）とを対応させて前記制御器30に記憶させておけば、上記ステッピングモータの脱調の有無を判定できる。

又、本実施例は、所謂ギヤード・ニュートラルと呼ばれる、入力軸を一方向に回転させたまま、出力軸の回転状態を、停止状態を挟んで正転、逆転に切り換えられる無段変速装置に適用した場合に就いて説明した。但し、この様な構造に限定されず、所謂パワー・スプリットと呼ばれる、トロイダル型無段変速機と差動ユニットと組み合わせて成る無段変速装置に適用する事もできる。

40

【図面の簡単な説明】

【0043】

【図1】本発明の実施例を示す、無段変速装置のブロック図。

【図2】傾転センサを設けた部分の具体的構造を示す要部断面図。

【図3】実施例の特徴となる動作を示すフローチャート。

【図4】従来から知られている無段変速装置の1例を示す略断面図。

50

【図5】この無段変速装置に組み込んだトロイダル型無段変速機（CVU）の変速比と、この無段変速装置（T/M）全体としての速度比との関係を示す線図。

【図6】先発明に係る無段変速装置のブロック図。

【図7】この無段変速装置に組み込むトロイダル型無段変速機の変速比を調節する為の機構を示す油圧回路図。

【符号の説明】

【0044】

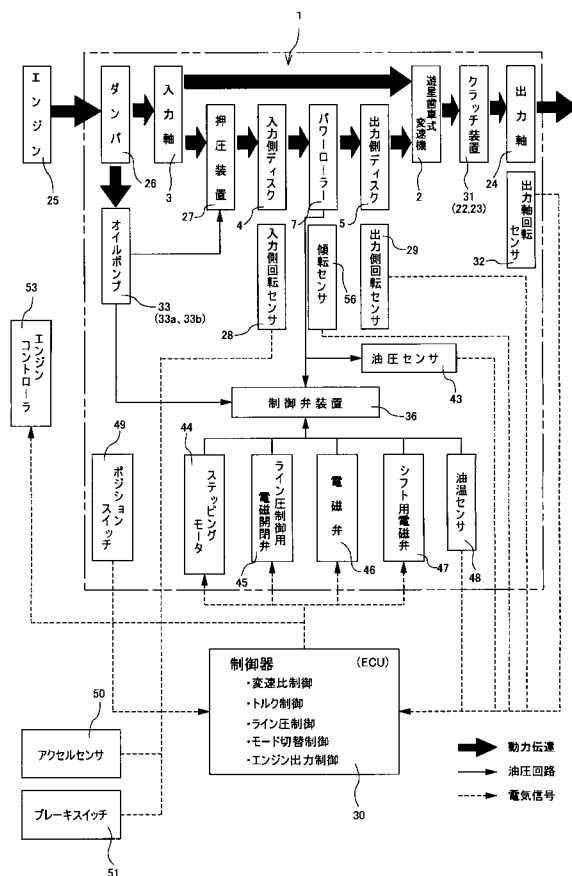
1	トロイダル型無段変速機	
2	遊星歯車変速機	
3	入力軸	10
4	入力側ディスク	
5	出力側ディスク	
6、6 a	トラニオン	
7	パワーローラ	
8	キャリア	
9	第一の遊星歯車	
10	第二の遊星歯車	
11 a、11 b	遊星歯車素子	
12 a、12 b	遊星歯車素子	
13	中空回転軸	20
14	伝達軸	
15	第一の太陽歯車	
16	第二の太陽歯車	
17	リング歯車	
18	第三の太陽歯車	
19	第二のキャリア	
20 a、20 b	遊星歯車素子	
21	第二のリング歯車	
22	低速用クラッチ	
23	高速用クラッチ	30
24	出力軸	
25	エンジン	
26	ダンパ	
27	押圧装置	
28	入力側回転センサ	
29	出力側回転センサ	
30	制御器	
31	クラッチ装置	
32	出力軸回転センサ	
33	オイルポンプ	40
34	枢軸	
35	アクチュエータ	
36	制御弁装置	
37	制御弁	
38	差圧シリンダ	
39 a、39 b	補正用制御弁	
40	高速用切換弁	
41	低速用切換弁	
42 a、42 b	油圧室	
43	油圧センサ	50

- | | |
|-------------|--------------|
| 4 4 | ステッピングモータ |
| 4 5 | ライン圧制御用電磁開閉弁 |
| 4 6 | 電磁弁 |
| 4 7 | シフト用電磁弁 |
| 4 8 | 油温センサ |
| 4 9 | ポジションスイッチ |
| 5 0 | アクセルセンサ |
| 5 1 | ブレーキスイッチ |
| 5 2 | 手動油圧切換弁 |
| 5 3 | エンジンコントローラ |
| 5 4 | 油溜 |
| 5 5 a、5 5 b | 調圧弁 |
| 5 6 | 傾転センサ |
| 5 7 | 揺動フレーム |
| 5 8 | ラジアルニードル軸受 |
| 5 9 | スラストニードル軸受 |
| 6 0 | 支持軸 |
| 6 1 | カム面 |
| 6 2 | スプール |
| 6 3 a、6 3 b | 端板 |
| 6 4 | ロータ |

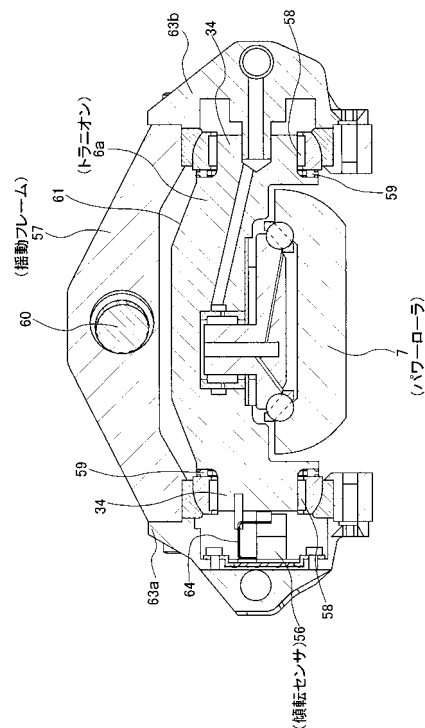
10

20

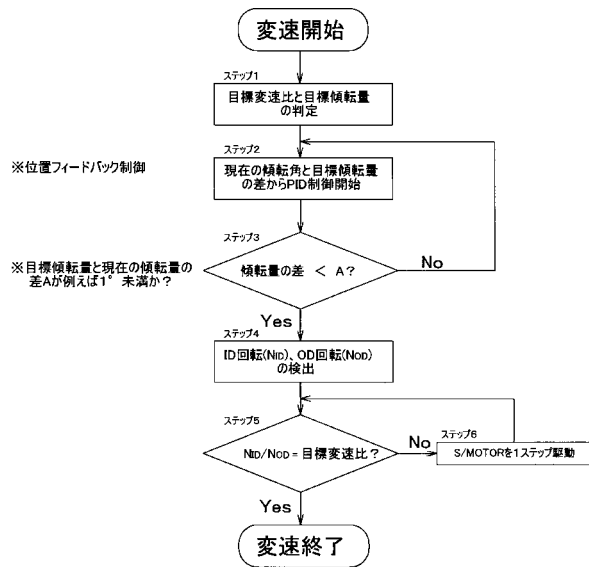
【 図 1 】



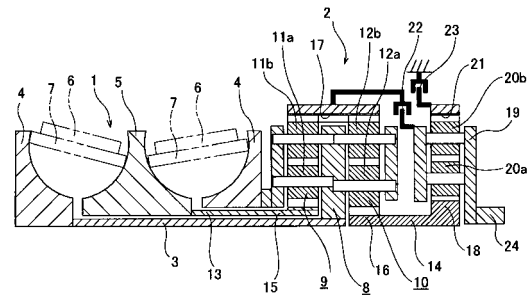
【圖 2】



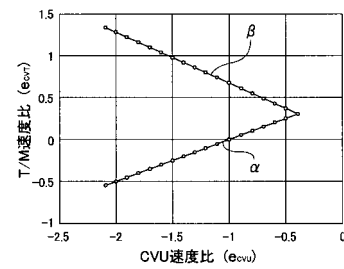
【図 3】



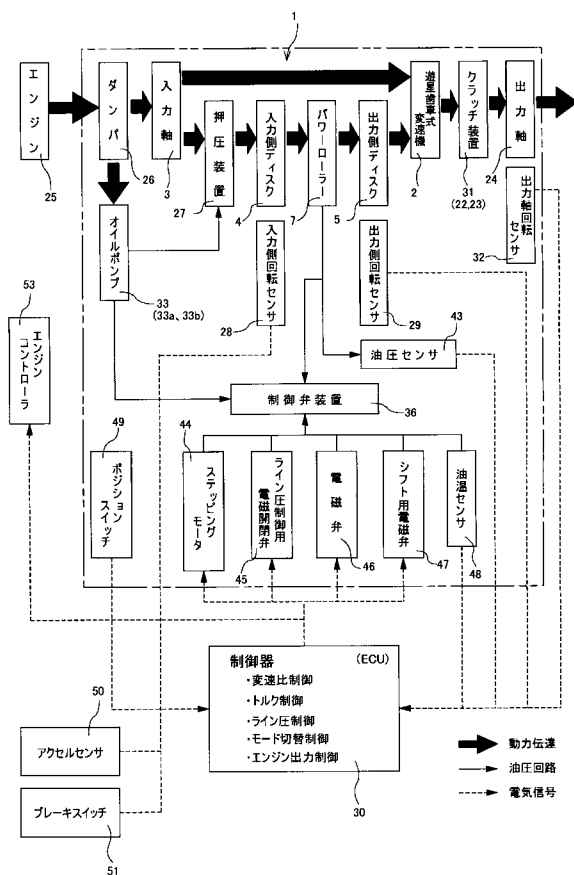
【図 4】



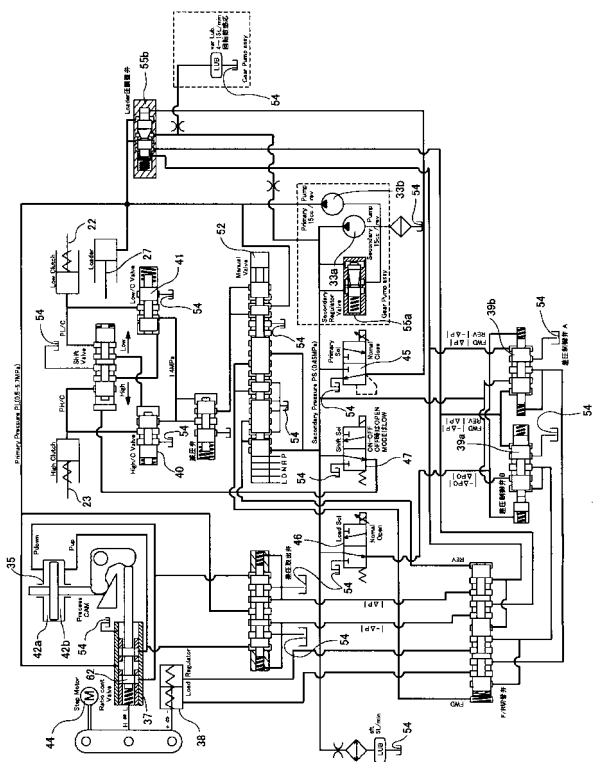
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(72)発明者 横山 将司

神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内

審査官 広瀬 功次

(56)参考文献 特開平07-293656(JP,A)

特開2000-257686(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16H 15/38

F16H 59/00-61/12, 61/16-61/24, 61/66-61/70, 6
3/40-63/50