

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6799580号
(P6799580)

(45) 発行日 令和2年12月16日(2020.12.16)

(24) 登録日 令和2年11月25日(2020.11.25)

(51) Int.Cl.		F 1
F 1 6 H 61/04	(2006.01)	F 1 6 H 61/04
F 1 6 H 61/66	(2006.01)	F 1 6 H 61/66
F 1 6 H 59/68	(2006.01)	F 1 6 H 59/68

請求項の数 5 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2018-505390 (P2018-505390)	(73) 特許権者	000231350
(86) (22) 出願日	平成29年2月23日 (2017. 2. 23)		ジャトコ株式会社
(86) 国際出願番号	PCT/JP2017/006816		静岡県富士市今泉700番地の1
(87) 国際公開番号	W02017/159268	(74) 代理人	110002468
(87) 国際公開日	平成29年9月21日 (2017. 9. 21)		特許業務法人後藤特許事務所
審査請求日	平成30年4月26日 (2018. 4. 26)	(72) 発明者	岡原 謙
(31) 優先権主張番号	特願2016-53307 (P2016-53307)		静岡県富士市今泉700番地の1 ジャトコ株式会社内
(32) 優先日	平成28年3月17日 (2016. 3. 17)	(72) 発明者	本杉 純
(33) 優先権主張国・地域又は機関	日本国 (JP)		静岡県富士市今泉700番地の1 ジャトコ株式会社内
前置審査		審査官	日下部 由泰

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無段変速機の制御装置及び無段変速機の制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

無段変速機の状態を現す実値及び目標値に基づいて前記実値と前記目標値との誤差を埋めるフィードバック指令値を算出するフィードバック制御を行うフィードバック補償器と、

前記フィードバック補償器により形成されるフィードバックループ内で前記フィードバック指令値が入力されるとともに前記フィードバック制御の1次の進み補償を行う第1進み補償部と、

前記フィードバックループ内で前記第1進み補償部と直列に設けられるとともに前記第1進み補償部によって1次の進み補償が行われた前記フィードバック指令値が入力され、前記フィードバック制御の1次の進み補償を行う第2進み補償部と、を有することを特徴とする無段変速機の制御装置。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の無段変速機の制御装置であって、

前記第1進み補償部及び前記第2進み補償部は、前記フィードバック制御を進み補償するための進み量に応じて、前記第1進み補償部及び前記第2進み補償部のうちいずれかで進み補償を行うように構成される、を特徴とする無段変速機の制御装置。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の無段変速機の制御装置であって、

前記第1進み補償部及び前記第2進み補償部は、前記進み量が所定値よりも小さい場合に、前記第1進み補償部及び前記第2進み補償部のうちいずれかで進み補償を行うように構成される、

を特徴とする無段変速機の制御装置。

【請求項4】

請求項1から3いずれか1項に記載の無段変速機の制御装置であって、

前記第1進み補償部及び前記第2進み補償部で進み補償を行う場合に、前記第1進み補償部及び前記第2進み補償部のいずれかで進み補償を行う場合よりも、進み補償のピーク値周波数を低くするピーク値周波数決定部、

をさらに有することを特徴とする無段変速機の制御装置。

10

【請求項5】

無段変速機の状態を現す及び目標値に基づいて前記実値と前記目標値との誤差を埋めるフィードバック指令値を算出するフィードバック制御を行うフィードバック補償器を備えた無段変速機の制御方法であって、

前記フィードバック補償器により形成されるフィードバックループ内で前記フィードバック指令値を入力として前記フィードバック制御の1次の進み補償を行うことと、

前記フィードバックループ内で1次の進み補償が行われた前記フィードバック指令値を入力として前記フィードバック制御の1次の進み補償をさらに重ねて行うこと、

を含むことを特徴とする無段変速機の制御方法。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

本発明は、無段変速機の制御装置及び無段変速機の制御方法に関する。

【背景技術】

【0002】

無段変速機の変速制御に関し、JP2002-106700Aでは目標変速比に対する実変速比の応答遅れ分だけ目標変速比を進み補償する技術が開示されている。

【発明の概要】

【0003】

無段変速機では、パワートレインの共振周波数で前後方向の揺さぶりを引き起こす前後振動が発生することがある。前後振動は、パワートレインのトルク変動に対して無段変速機の変速比の安定性が不足している場合に、トルク変動と無段変速機の変速とが連成して発生すると考えられる。このため、進み補償によって無段変速機の変速比の安定性を高めることで、前後振動を抑制することが考えられる。

30

【0004】

ところがこの場合、進み補償のゲインが高いと変速制御が不安定になる結果、無段変速機を搭載する車両の挙動に影響が及ぶ虞がある。

【0005】

本発明はこのような課題に鑑みてなされたもので、変速制御の安定性を確保しつつ無段変速機の前後振動を改善することが可能な無段変速機の制御装置及び無段変速機の制御方法を提供することを目的とする。

40

【0006】

本発明のある態様の無段変速機の制御装置は、無段変速機の状態を現す実値及び目標値に基づいて前記実値と前記目標値との誤差を埋めるフィードバック指令値を算出するフィードバック制御を行うフィードバック補償器と、前記フィードバック補償器により形成されるフィードバックループ内で前記フィードバック指令値が入力されるとともに前記フィードバック制御の1次の進み補償を行う第1進み補償部と、前記フィードバックループ内で前記第1進み補償部と直列に設けられるとともに前記第1進み補償部によって1次の進み補償が行われた前記フィードバック指令値が入力され、前記フィードバック制御の1次の進み補償を行う第2進み補償部と、を有する。

50

【0007】

本発明の別の態様によれば、無段変速機の状態を現す実値及び目標値に基づいて前記実値と前記目標値との誤差を埋めるフィードバック指令値を算出するフィードバック制御を行うフィードバック補償器を備えた無段変速機の制御方法であって、前記フィードバック補償器により形成されるフィードバックループ内で前記フィードバック指令値を入力として前記フィードバック制御の1次の進み補償を行うことと、1次の進み補償が行われた前記フィードバック指令値を入力として前記フィードバックループ内で前記フィードバック制御の1次の進み補償をさらに重ねて行うこと、を含む無段変速機の制御方法が提供される。

【0008】

これらの態様によれば、2つの1次の進み補償によって2次の進み補償をシンプルに行うことができる。また、2次の進み補償を行うことで、1次の進み補償を行う場合よりも、ゲインを低くすることができる。このため、変速制御の安定性を確保しつつ無段変速機の前後振動を改善することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】図1は、変速機コントローラを含む車両の概略構成図である。

【図2】図2は、変速機コントローラの概略構成図である。

【図3】図3は、変速機コントローラの機能ブロック図の一例を示す図である。

【図4】図4は、位相進み補償器のボード線図の一例を示す図である。

【図5】図5は、位相進み補償器のゲイン変化の一例を示す図である。

【図6】図6は、周波数ずれが及ぼす影響の説明図である。

【図7】図7は、変速機コントローラが行う制御の一例をフローチャートで示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、添付図面を参照しながら本発明の実施形態について説明する。

【0011】

図1は、変速機コントローラ12を含む車両の概略構成図である。車両は動力源としてエンジン1を備える。エンジン1の動力は、パワートレインPTを構成するトルクコンバータ2、第1ギヤ列3、変速機4、第2ギヤ列5及び差動装置6を介して、駆動輪7へと伝達される。第2ギヤ列5には駐車時に変速機4の出力軸を機械的に回転不能にロックするパーキング機構8が設けられる。

【0012】

トルクコンバータ2は、ロックアップクラッチ2aを備える。ロックアップクラッチ2aが締結されると、トルクコンバータ2における滑りがなくなり、トルクコンバータ2の伝達効率が向上する。以下では、ロックアップクラッチ2aをLUクラッチ2aと称す。

【0013】

変速機4は、バリエータ20を備える無段変速機である。バリエータ20は、プライマリプリーであるプリー21と、セカンダリプリーであるプリー22と、プリー21、22の間に掛け回されるベルト23とを備える無段変速機構である。プリー21は主動側回転要素を構成し、プリー22は従動側回転要素を構成する。

【0014】

プリー21、22それぞれは、固定円錐板と、固定円錐板に対してシーブ面を対向させた状態で配置され固定円錐板との間にV溝を形成する可動円錐板と、可動円錐板の背面に設けられて可動円錐板を軸方向に変位させる油圧シリンダとを備える。プリー21は油圧シリンダとして油圧シリンダ23aを備え、プリー22は油圧シリンダとして油圧シリンダ23bを備える。

【0015】

油圧シリンダ23a、23bに供給される油圧を調整すると、V溝の幅が変化してベル

10

20

30

40

50

ト 2 3 と各プリー 2 1、2 2 との接触半径が変化し、バリエータ 2 0 の変速比が無段階に変化する。バリエータ 2 0 は、トロイダル型の無段変速機構であってもよい。

【 0 0 1 6 】

変速機 4 は、副変速機構 3 0 をさらに備える。副変速機構 3 0 は、前進 2 段・後進 1 段の変速機構であり、前進用変速段として、1 速と、1 速よりも変速比の小さな 2 速を有する。副変速機構 3 0 は、エンジン 1 から駆動輪 7 に至るまでの動力伝達経路において、バリエータ 2 0 と直列に設けられる。

【 0 0 1 7 】

副変速機構 3 0 は、この例のようにバリエータ 2 0 の出力軸に直接接続されていてもよいし、その他の変速ないしギヤ列等の動力伝達機構を介して接続されていてもよい。あるいは、副変速機構 3 0 はバリエータ 2 0 の入力軸側に接続されていてもよい。

10

【 0 0 1 8 】

車両にはさらに、エンジン 1 の動力の一部を利用して駆動されるオイルポンプ 1 0 と、オイルポンプ 1 0 がオイル供給によって発生させる油圧を調整して変速機 4 の各部位に供給する油圧制御回路 1 1 と、油圧制御回路 1 1 を制御する変速機コントローラ 1 2 とが設けられる。

【 0 0 1 9 】

油圧制御回路 1 1 は複数の流路、複数の油圧制御弁で構成される。油圧制御回路 1 1 は、変速機コントローラ 1 2 からの変速制御信号に基づき、複数の油圧制御弁を制御して油圧供給経路を切り換える。また、油圧制御回路 1 1 は、オイルポンプ 1 0 がオイル供給によって発生させる油圧から必要な油圧を調整し、調整した油圧を変速機 4 の各部位に供給する。これにより、バリエータ 2 0 の変速、副変速機構 3 0 の変速段の変更、LUクラッチ 2 a の締結・解放が行われる。

20

【 0 0 2 0 】

図 2 は、変速機コントローラ 1 2 の概略構成図である。変速機コントローラ 1 2 は、CPU 1 2 1 と、RAM・ROM からなる記憶装置 1 2 2 と、入力インターフェース 1 2 3 と、出力インターフェース 1 2 4 と、これらを相互に接続するバス 1 2 5 とを有して構成される。

【 0 0 2 1 】

入力インターフェース 1 2 3 には例えば、アクセルペダルの操作量を表すアクセル開度 A P O を検出するアクセル開度センサ 4 1 の出力信号、変速機 4 の入力側回転速度を検出する回転速度センサ 4 2 の出力信号、プリー 2 2 の回転速度 $N_{s e c}$ を検出する回転速度センサ 4 3 の出力信号、変速機 4 の出力側回転速度を検出する回転速度センサ 4 4 の出力信号が入力される。

30

【 0 0 2 2 】

変速機 4 の入力側回転速度は具体的には、変速機 4 の入力軸の回転速度、したがってプリー 2 1 の回転速度 $N_{p r i}$ である。変速機 4 の出力側回転速度は具体的には、変速機 4 の出力軸の回転速度、したがって副変速機構 3 0 の出力軸の回転速度である。変速機 4 の入力側回転速度は、例えばトルクコンバータ 2 のタービン回転速度など、変速機 4 との間にギヤ列等を挟んだ位置の回転速度であってもよい。変速機 4 の出力側回転速度についても同様である。

40

【 0 0 2 3 】

入力インターフェース 1 2 3 にはさらに、車速 V S P を検出する車速センサ 4 5 の出力信号、変速機 4 の油温 T M P を検出する油温センサ 4 6 の出力信号、セレクトレバーの位置を検出するインヒビタスイッチ 4 7 の出力信号、エンジン 1 の回転速度 N_e を検出する回転速度センサ 4 8 の出力信号、変速機 4 の変速範囲を 1 よりも小さい変速比に拡大するための O D スイッチ 4 9 の出力信号、LUクラッチ 2 a への供給油圧を検出する油圧センサ 5 0 の出力信号などが入力される。入力インターフェース 1 2 3 には、エンジン 1 が備えるエンジンコントローラ 5 1 から、エンジントルク T_e のトルク信号も入力される。

【 0 0 2 4 】

50

記憶装置 122 には、変速機 4 の変速制御プログラム、変速制御プログラムで用いる各種マップ等が格納されている。CPU 121 は、記憶装置 122 に格納されている変速制御プログラムを読み出して実行し、入力インターフェース 123 を介して入力される各種信号に基づき変速制御信号を生成する。また、CPU 121 は、生成した変速制御信号を出力インターフェース 124 を介して油圧制御回路 11 に出力する。CPU 121 が演算処理で使用する各種値、CPU 121 の演算結果は記憶装置 122 に適宜格納される。

【0025】

ところで、変速機 4 では、パワートレイン PT の共振周波数である PT 共振周波数 F_{pt} で前後振動が発生することがある。前後振動は、パワートレイン PT のトルク変動に対して、変速機 4 の変速比の安定性が不足している場合に、トルク変動と変速機 4 の変速とが連成して発生すると考えられる。このため、進み補償によって変速機 4 の変速比の安定性を高めることで、前後振動を抑制することが考えられる。

10

【0026】

ところがこの場合、進み補償のゲインが高いと変速制御が不安定になる結果、変速機 4 を搭載する車両の挙動に影響が及ぶことが懸念される。

【0027】

このため、コントローラ 12 は、以下で説明するように変速制御を行う。以下では、変速機 4 の変速比としてバリエータ 20 の変速比 R_{ratio} を用いて説明する。変速比 R_{ratio} は、後述する実変速比 R_{ratio_A} 、目標変速比 R_{ratio_D} 及び到達変速比 R_{ratio_T} を含むバリエータ 20 の変速比の総称であり、これらのうち少なくともい

20

【0028】

ずれかであることを含む。プーリ 21 への供給油圧であるプライマリ圧 P_{pri} についても同様である。変速機 4 の変速比は、バリエータ 20 及び副変速機構 30 全体の変速比であるスルー変速比とされてもよい。以下では、変速機コントローラ 12 を単にコントローラ 12 と称す。

30

【0029】

図 3 は、変速制御の要部を示すコントローラ 12 の機能ブロック図の一例を示す図である。コントローラ 12 は、目標値生成部 131 と、FB 補償器 132 と、進み補償オンオフ決定部 133 と、進み量決定部 134 と、進み量フィルタ部 135 と、第 1 進み補償部である第 1 位相進み補償器 136 と、第 2 進み補償部である第 2 位相進み補償器 137 と、スイッチ部 138 と、オンオフ指令フィルタ部 139 と、センサ値フィルタ部 140 と、ピーク値周波数決定部 141 とを有する。FB はフィードバックの略である。

【0030】

目標値生成部 131 は、変速制御の目標値を生成する。目標値は具体的には、変速比 R_{ratio} を変速制御値とした最終目標変速制御値である到達変速比 R_{ratio_T} に基づく目標変速比 R_{ratio_D} とされる。変速制御値は例えば、制御パラメータとしてのプライマリ圧 P_{pri} とされてもよい。

40

【0031】

到達変速比 R_{ratio_T} は、変速マップで車両の運転状態に応じて予め設定されている。このため、目標値生成部 131 は、検出された運転状態に基づき、対応する到達変速比 R_{ratio_T} を変速マップから読み出す。車両の運転状態は具体的には、車速 V_{SP} 及びアクセル開度 APO とされる。

【0032】

目標値生成部 131 は、到達変速比 R_{ratio_T} に基づき、目標変速比 R_{ratio_D} を算出する。目標変速比 R_{ratio_D} は、到達変速比 R_{ratio_T} になるまでの間の過渡的な目標変速比であり、目標変速制御値を構成する。算出された目標変速比 R_{ratio_D} は、FB 補償器 132 に入力される。

50

フィードバックプライマリ指示圧 P_{pri_FB} である。算出されたフィードバック指令値（フィードバックプライマリ指示圧 P_{pri_FB} ）は、進み量決定部 134 と、第 1 位相進み補償器 136 に入力される。

【0033】

進み補償オンオフ決定部 133 は、フィードバックプライマリ指示圧 P_{pri_FB} の位相進み補償のオンオフ、つまり位相進み補償の実行・停止を決定する。進み補償オンオフ決定部 133 は、プリー状態値 M に応じて、位相進み補償のオンオフを決定する。プリー状態値 M は、プリー 21、22 が、前後振動が発生する状態であるか否かを判定するための値であり、回転速度 N_{pri} 、プリー 22 への入力トルク T_{sec} 、変速比 R_{atio} 、及び変速比 R_{atio} の変化率を含む。

10

【0034】

入力トルク T_{sec} は例えば、エンジン 1 及びプリー 22 間に設定された変速比、したがって本実施形態では第 1 ギヤ列 3 のギヤ比及びバリエータ 20 の変速比をエンジントルク T_e に乗じた値として算出することができる。変速比 R_{atio} には、実変速比 R_{atio_A} 及び目標変速比 R_{atio_D} を適用することができる。変速比 R_{atio} は、実変速比 R_{atio_A} または目標変速比 R_{atio_D} とされてもよい。

【0035】

進み補償オンオフ決定部 133 は、プリー状態値 M に加えてさらに、LUクラッチ 2a の締結状態と、変速機 4 に対するドライバ操作の状態と、フェールの有無とに応じて、フィードバックプライマリ指示圧 P_{pri_FB} の位相進み補償のオンオフを決定する。進み補償オンオフ決定部 133 が行う位相進み補償のオンオフの決定方法については、具体的にはフローチャートを用いて後述する。

20

【0036】

進み補償オンオフ決定部 133 は、位相進み補償のオンを決定した場合にはオン指令を出力し、位相進み補償のオフを決定した場合にはオフ指令を出力する。以下では、オン指令、オフ指令を総称する場合には、オンオフ指令と称す。オンオフ指令は、進み補償オンオフ決定部 133 から、進み量決定部 134 と、オンオフ指令フィルタ部 139 とに入力される。

【0037】

進み量決定部 134 は、フィードバックプライマリ指示圧 P_{pri_FB} を位相進み補償するための進み量 A を決定する。進み量決定部 134 は、オンオフ指令に応じて進み量 A_{pk} を決定する。進み量決定部 134 は、オフ指令が入力された場合に進み量 A_{pk} をゼロに決定する。進み量決定部 134 は、オン指令が入力された場合に進み量 A_{pk} を第 1 進み量 A_{pk1} 又は第 2 進み量 A_{pk2} に決定する。

30

【0038】

第 1 進み量 A_{pk1} は、後述する 1 次の位相進み補償を行う場合に対応させて設定され、第 2 進み量 A_{pk2} は、後述する 2 次の位相進み補償を行う場合に対応させて設定される。第 2 進み量 A_{pk2} は、第 1 進み量 A_{pk1} の $1/2$ とされる。第 1 進み量 A_{pk1} は例えば、80 deg であり一定値とすることができる。第 1 進み量 A_{pk1} は、実験等により予め設定することができる。進み量 A_{pk} は、進み量決定部 134 から進み量フィルタ部 135 に入力される。

40

【0039】

進み量フィルタ部 135 は、進み量 A_{pk} のフィルタ処理を行う。進み量フィルタ部 135 は、省略されてもよい。進み量フィルタ部 135 からは、第 1 位相進み補償器 136 と、第 2 位相進み補償器 137 と、スイッチ部 138 とに進み量 A_{pk} が入力される。

【0040】

第 1 位相進み補償器 136 と第 2 位相進み補償器 137 とには、ピーク値周波数決定部 141 からピーク値周波数 F_{pk} も入力される。ピーク値周波数 F_{pk} は、位相進み補償で狙いの周波数に応じて設定される周波数である。狙いの周波数は具体的には、PT共振周波数 F_{pt} である。このため、ピーク値周波数 F_{pk} は例えば、PT共振周波数 F_{pt}

50

に設定される。ピーク値周波数 F_{pk} は例えば、 2 Hz であり一定値、つまり固定とされる。但し、ピーク値周波数 F_{pk} に狙いの周波数として設定される PT 共振周波数 F_{pt} は、実際の PT 共振周波数 F_{pt} とは必ずしも一致しない。

【0041】

第1位相進み補償器136と第2位相進み補償器137とはともに、入力された進み量 A_{pk} 、さらには入力されたピーク値周波数 F_{pk} に基づき、フィードバックプライマリ指示圧 P_{pri_FB} の1次の位相進み補償を行う。フィードバックプライマリ指示圧 P_{pri_FB} の位相進み補償を行うことで、変速機4のフィードバック変速制御の位相進み補償が行われる。第1位相進み補償器136と第2位相進み補償器137とは具体的には、1次のローパスフィルタで構成され、入力された進み量 A_{pk} 、さらには入力されたピーク値周波数 F_{pk} に応じたフィルタ処理を行うことで、フィードバックプライマリ指示圧 P_{pri_FB} の1次の位相進み補償を行う。

10

【0042】

第2位相進み補償器137は、第1位相進み補償器136と直列に設けられる。第2位相進み補償器137には、第1位相進み補償器136によって1次の位相進み補償が行われたフィードバックプライマリ指示圧 P_{pri_FB} が入力される。

【0043】

したがって、第2位相進み補償器137は、フィードバックプライマリ指示圧 P_{pri_FB} の1次の位相進み補償を行う場合に、1次の位相進み補償をさらに重ねて行う。これにより、フィードバックプライマリ指示圧 P_{pri_FB} の2次の位相進み補償が行われる。

20

【0044】

スイッチ部138は、入力された進み量 A_{pk} に応じて、第1位相進み補償器136と第2位相進み補償器137とで位相進み補償を行う場合、つまり2次の位相進み補償を行う場合と、第1位相進み補償器136のみで位相進み補償を行う場合、つまり1次の位相進み補償を行う場合とを切り替える。

【0045】

図4は、位相進み補償器のボード線図の一例を示す図である。図5は、位相進み補償器の所定周波数におけるゲイン変化の一例を示す図である。図4において、横軸は周波数を対数で示す。図4、図5において、細線C1は1次の位相進み補償器の場合を示し、太線C2は2次の位相進み補償器の場合を示す。1次、2次の場合ともに、位相進み補償器は、ピーク値周波数 F_{pk} で進み量 A が第1進み量 A_{pk1} になるように設定されている。第1位相進み補償器136及び第2位相進み補償器137からなる位相進み補償器では、2次の位相進み補償を行う場合に、第1位相進み補償器136及び第2位相進み補償器137それぞれの進み量 A_{pk} を第2進み量 A_{pk2} とすることで、ピーク値周波数 F_{pk} に応じた進み量 A が第1進み量 A_{pk1} とされる。

30

【0046】

図5に示すように、ゲイン G は、1次、2次の場合ともに、進み量 A が大きくなると大きくなる。但し、進み量 A が所定値 A_1 を超えたあたりからは、進み量 A が大きくなるほど、1次のゲイン G の上昇率に対して2次のゲイン G の上昇率は小さくなる。つまり、位相進み補償の2次化によるゲイン抑制効果は、進み量 A が所定値 A_1 よりも大きい場合に得られる。

40

【0047】

図4に示すように、進み量 A が所定値 A_1 より小さい場合、位相進み補償の2次化によって、ゲイン抑制効果が得られない一方で、ピーク値周波数 F_{pk} の両側で進み量 A が大きく減少するという作用は生じることになる。結果、実際の PT 共振周波数 F_{pt} 及びピーク値周波数 F_{pk} 間の周波数ずれによって進み量 A が減少し易くなり、変速比 R_{atio} の安定性を向上させる効果、つまり制振効果が減少し易くなる。

【0048】

このため、進み量 A が所定値 A_1 よりも小さい場合には、1次の位相進み補償を行うこ

50

とで、周波数ずれによって制振効果が減少し易くなる事態を避けることができる。所定値 A_1 は、図 5 に示すような進み量 A に応じたゲイン G の変化特性に基づき、予め設定することができる。所定値 A_1 は、位相進み補償の 2 次化によるゲイン抑制効果が得られる範囲内で、好ましくは最小値に設定することができる。

【 0 0 4 9 】

このように位相進み補償を行うにあたり、図 3 に示す進み量決定部 1 3 4 とスイッチ部 1 3 8 とは具体的には次のように構成される。

【 0 0 5 0 】

すなわち、進み量決定部 1 3 4 は、入力されたフィードバックプライマリ指示圧 P_{pri_FB} に基づきフィードバックプライマリ指示圧 P_{pri_FB} の 1 次の位相進み補償の進み量 A を算出する。そして、進み量決定部 1 3 4 は、進み量 A が所定値 A_1 よりも小さい場合に 1 次の位相進み補償を行うと判断し、進み量 A_{pk} を第 1 進み量 A_{pk1} に決定する。また、進み量決定部 1 3 4 は、進み量 A が所定値 A_1 以上の場合に 2 次の位相進み補償を行うと判断し、進み量 A_{pk} を第 2 進み量 A_{pk2} に決定する。進み量 A は、マップデータ等で予め設定することができる。

【 0 0 5 1 】

スイッチ部 1 3 8 は、第 1 進み量 A_{pk1} が入力された場合に、第 1 位相進み補償器 1 3 6 のみで位相進み補償を行うように切り替えを行う。また、スイッチ部 1 3 8 は、第 2 進み量 A_{pk2} が入力された場合に、第 1 位相進み補償器 1 3 6 と第 2 位相進み補償器 1 3 7 とで位相進み補償を行うように切り替えを行う。

【 0 0 5 2 】

このように構成することで、第 1 位相進み補償器 1 3 6 及び第 2 位相進み補償器 1 3 7 は、進み量 A に応じて第 1 位相進み補償器 1 3 6 のみで位相進み補償を行うように構成される。また、第 1 位相進み補償器 1 3 6 及び第 2 位相進み補償器 1 3 7 は、進み量 A が所定値 A_1 よりも小さい場合に、第 1 位相進み補償器 1 3 6 のみで位相進み補償を行うように構成される。また、第 1 位相進み補償器 1 3 6 及び第 2 位相進み補償器 1 3 7 は、進み量 A が所定値 A_1 以上の場合に、第 1 位相進み補償器 1 3 6 及び第 2 位相進み補償器 1 3 7 で位相進み補償を行うように構成される。進み量決定部 1 3 4 は、進み量 A_{pk} の代わりに進み量 A をスイッチ部 1 3 8 に入力してもよく、スイッチ部 1 3 8 は、このようにして入力された進み量 A に基づき切り替えを行ってもよい。

【 0 0 5 3 】

アクチュエータ 1 1 1 には、スイッチ部 1 3 8 から選択されたフィードバックプライマリ指示圧 P_{pri_FB} と目標変速比 R_{atio_D} に基づいて設定された図示しないプライマリ指示圧 P_{pri_FF} (バランス推力や変速比を決定する目標プライマリ指示圧) が入力される。アクチュエータ 1 1 1 は例えば、油圧制御回路 1 1 に設けられたプライマリ圧 P_{pri} を制御するプライマリ圧制御弁であり、プライマリ圧 P_{pri} の実圧 P_{pri_A} が目標変速比 R_{atio_D} に応じた指示圧 P_{pri_D} になるようにプライマリ圧 P_{pri} を制御する。これにより、実変速比 R_{atio_A} が目標変速比 R_{atio_D} になるように変速比 R_{atio} が制御される。

【 0 0 5 4 】

センサ部 4 0 は、バリエータ 2 0 の実変速比 R_{atio_A} を検出する。センサ部 4 0 は具体的には、回転速度センサ 4 2 及び回転速度センサ 4 3 で構成されている。センサ部 4 0 が検出した変速比の実値 (センサ値) である実変速比 R_{atio_A} は、センサ値フィルタ部 1 4 0 に入力される。センサ値フィルタ部 1 4 0 には、オンオフ指令のフィルタ処理を行うオンオフ指令フィルタ部 1 3 9 を介して、オンオフ指令も入力される。オンオフ指令フィルタ部 1 3 9 は省略されてもよい。

【 0 0 5 5 】

センサ値フィルタ部 1 4 0 は、実変速比 R_{atio_A} のフィルタ処理を行う。センサ値フィルタ部 1 4 0 は、オンオフ指令に応じて、フィルタ処理の次数又は実行・停止が切り替えられる。センサ値フィルタ部 1 4 0 は、オフ指令が入力された場合に 1 次のローパ

10

20

30

40

50

スフィルタとされ、オン指令が入力された場合に高次のローパスフィルタとされるか、或いはフィルタ処理を停止する。センサ値フィルタ部 140 は例えば、フィルタ処理の実行・停止又は次数を切り替え可能に設けられた 1 又は複数の 1 次のローパスフィルタを有した構成とすることができる。センサ値フィルタ部 140 がフィルタ処理した実変速比 $Rat_{i}o_A$ 又はそのままの実変速比 $Rat_{i}o_A$ が、FB 補償器 132 に入力される。

【0056】

ピーク値周波数決定部 141 は、位相進み補償のピーク値周波数 F_{pk} を決定する。ピーク値周波数決定部 141 は、変速比 $Rat_{i}o$ に応じて、位相進み補償のピーク値周波数 F_{pk} を決定する。具体的には、進み量 A_{pk1} が入力された場合、つまり 1 次の位相進み補償を行う場合、ピーク値周波数 F_{pk} は、変速比 $Rat_{i}o$ に基づいて決まる PT 共振周波数 F_{pt} に設定される。

10

【0057】

但し、前述したように、ピーク値周波数 F_{pk} に狙いの周波数として設定される PT 共振周波数 F_{pt} は、実際の PT 共振周波数 F_{pt} とは必ずしも一致しない。結果、2 次の位相進み補償を行う場合には、実際の PT 共振周波数 F_{pt} 及びピーク値周波数 F_{pk} 間の周波数ずれによって、次に説明するように進み量 A が減少する事態が発生する。

【0058】

図 6 は、ピーク値周波数 F_{pk} のずれが及ぼす影響の説明図である。図 4 と同様、横軸は周波数を対数で示す。PT 共振周波数 F_{pt1} は、ピーク値周波数 F_{pk} よりも実際の PT 共振周波数 F_{pt} が低かった場合を示し、PT 共振周波数 F_{pt2} は、ピーク値周波数 F_{pk} よりも実際の PT 共振周波数 F_{pt} が高かった場合を示す。これらの間で周波数のずれ量の大きさ FA は同じである。

20

【0059】

図 6 に示すように、2 次の位相進み補償を行う場合、ずれ量の大きさ FA が同じでも、実際の PT 共振周波数 F_{pt} が PT 共振周波数 F_{pt1} であった場合のほうが PT 共振周波数 F_{pt2} であった場合であった場合よりも、進み量 A の減少量は大きくなる。

【0060】

このため、ピーク値周波数決定部 141 は、第 2 進み量 A_{pk2} が入力された場合、つまり 2 次の位相進み補償を行う場合に、1 次の位相進み補償を行う場合よりもピーク値周波数 F_{pk} を低くすることで、周波数ずれのずれ方向によって、偏った態様で進み量 A が大きく減少しないようにする。

30

【0061】

次に、コントローラ 12 が行う処理の一例を図 7 に示すフローチャートを用いて説明する。本フローチャートの処理は具体的には、進み補償オンオフ決定部 133 によって行われる。

【0062】

ステップ S1 からステップ S5 までの処理は、パワートレイン PT の共振が起きるか否かを判定する処理であり、換言すれば、変速機 4 の前後振動が発生するか否かを判定する処理である。以下では、パワートレイン PT の共振を PT 共振と称す。

【0063】

40

ステップ S1 で、コントローラ 12 は、プリー状態値 M が、前後振動が発生する値であるか否かを判定する。つまり、ステップ S1 では、プリー 21、22 の状態が、前後振動が発生する状態であるか否かが判定される。ステップ S1 で、コントローラ 12 は具体的には、プリー状態値 M である回転速度 N_{pri} 、入力トルク T_{sec} 、変速比 $Rat_{i}o$ 、及び変速比 $Rat_{i}o$ の変化率 それぞれにつき、次のような判定を行う。

【0064】

回転速度 N_{pri} 及び入力トルク T_{sec} につき、コントローラ 12 は、回転速度 N_{pri} 及び入力トルク T_{sec} に応じた動作点がこれらに応じて規定された判定領域にあるか否かを判定する。コントローラ 12 は、動作点が判定領域にある場合に、回転速度 N_{pri} 及び入力トルク T_{sec} がともに、前後振動発生値であると判定する。動作点が判定

50

領域にある場合は、換言すれば、プーリ21、22が外乱に弱い状態、すなわち変速比Ratioの安定性が不足している場合である。判定領域は実験等により予め設定することができる。

【0065】

変速比Ratioにつき、コントローラ12は、変速比Ratioが所定変速比Ratio1よりも大きい場合、換言すれば所定変速比Ratio1よりもLowである場合に、変速比Ratioが前後振動発生値であると判定する。所定変速比Ratio1は、前後振動が発生する変速比を規定するための値であり、例えば1である。所定変速比Ratio1は、実験等により予め設定することができる。

【0066】

変化率 につき、コントローラ12は、変速比Ratioの変化率 が所定値 1よりも小さい場合に、変化率 が前後振動発生値であると判定する。所定値 1は、前後振動が発生する変化率 を規定するための値であり、変化率 が所定値 1よりも小さい場合は、変速比Ratioが定常状態である場合に対応する。所定値 1は、実験等により予め設定することができる。

【0067】

ステップS1で、コントローラ12は、これらのプーリ状態値Mすべてが前後振動発生値であると判定した場合に肯定判定し、これらのプーリ状態値Mのいずれかが前後振動発生値でないと判定した場合に否定判定する。

【0068】

ステップS1で否定判定の場合、処理はステップS5に進み、コントローラ12は、PT共振は起きないと判定する。したがって、前後振動は発生しないと判定される。この場合、処理はステップS10に進み、コントローラ12は、位相進み補償をオフにする。ステップS10の後には、本フローチャートの処理は終了する。

【0069】

ステップS1で肯定判定の場合、処理はステップS2に進み、コントローラ12は、LUクラッチ2aが締結されているか否かを判定する。これにより、LUクラッチ2aの締結状態に応じて、位相進み補償のオンオフが決定されることになる。

【0070】

ステップS2で否定判定であれば、LUクラッチ2aが締結されていないので、前後振動は発生しないと判断される。この場合、処理はステップS5に進む。ステップS2で肯定判定であれば、LUクラッチ2aの状態は、前後振動が発生する状態であると判断される。この場合、処理はステップS3に進む。

【0071】

ステップS3で、コントローラ12は、変速機4に対するドライバ操作の状態が所定状態であるか否かを判定する。所定状態は、変速比Ratioが所定変速比Ratio1よりも大きくなる第1操作状態と、変速比Ratioが定常状態になる第2操作状態とのうち少なくともいずれかを含む。

【0072】

第1操作状態は例えば、ODスイッチ49がOFFの状態である。第2操作状態は、セレクタレバーによってマニュアルレンジが選択されている状態や、スポーツモード等のマニュアルモードが選択されている状態など、ドライバ操作によって変速比Ratioが固定される状態である。

【0073】

ドライバ操作の状態が所定状態であるか否かを判定することで、変速比Ratioが所定変速比Ratio1よりも継続的に大きくなることや、変速比Ratioが継続的に定常状態になることを判定することができる。したがって、変速比Ratioが、前後振動が発生する状態であることをより確実に判定することができる。

【0074】

ステップS3で否定判定であれば、ドライバ操作の状態が所定状態でないので、前後振

10

20

30

40

50

動は発生しないと判断される。この場合、処理はステップ S 5 に進む。ステップ S 3 で肯定判定であれば、処理はステップ S 4 に進む。

【 0 0 7 5 】

ステップ S 4 で、コントローラ 1 2 は、P T 共振が起きると判定する。したがって、前後振動が発生すると判定される。ステップ S 4 の後には、処理はステップ S 6 に進む。

【 0 0 7 6 】

ステップ S 6 からステップ S 8 では、位相進み補償をオンにできる状態か否かの判定が行われる。換言すれば、位相進み補償の実行の可否が判定される。

【 0 0 7 7 】

ステップ S 6 で、コントローラ 1 2 は、フェールがあるか否かを判定する。フェールは例えば、変速機 4 の変速制御に用いられる油圧制御回路 1 1 やセンサ・スイッチ類のフェールを含む変速機 4 についてのフェールとすることができる。フェールは、変速機 4 についてのフェールを含む車両のフェールであってもよい。

10

【 0 0 7 8 】

ステップ S 6 で肯定判定であれば、処理はステップ S 8 に進み、コントローラ 1 2 は、位相進み補償をオンにしてはいけないと判定する。つまり、位相進み補償の実行禁止判定が下される。ステップ S 8 の後には、処理はステップ S 1 0 に進む。

【 0 0 7 9 】

ステップ S 6 で否定判定であれば、処理はステップ S 7 に進み、コントローラ 1 2 は、位相進み補償をオンにしてよいと判定する。つまり、位相進み補償の実行許可判定が下される。この場合、処理はステップ S 9 に進み、コントローラ 1 2 は、位相進み補償をオンにする。ステップ S 9 の後には、本フローチャートの処理は終了する。

20

【 0 0 8 0 】

進み補償オンオフ決定部 1 3 3 は、スイッチ部 1 3 8 とともに、プリー状態値 M に応じて、第 1 位相進み補償器 1 3 6 及び第 2 位相進み補償器 1 3 7 の少なくともいずれかによって進み補償が行われたフィードバックプライマリ指示圧 P_{pri_FB} をフィードバックプライマリ指示圧 P_{pri_FB} として設定する設定部を構成する。第 1 位相進み補償器 1 3 6 及び第 2 位相進み補償器 1 3 7 の少なくともいずれかは、フィードバックプライマリ指示圧 P_{pri_FB} の進み補償を行う進み補償部を構成する。進み補償が行われたフィードバックプライマリ指示圧 P_{pri_FB} は、補償後のフィードバックプライマリ指示圧 P_{pri_FB} を構成する。

30

【 0 0 8 1 】

次に、コントローラ 1 2 の主な作用効果について説明する。

【 0 0 8 2 】

コントローラ 1 2 は、実変速比 R_{ratio_A} が目標変速比 R_{ratio_D} になるように変速機 4 のフィードバック変速制御を行う無段変速機の制御装置を構成する。コントローラ 1 2 は、フィードバックプライマリ指示圧 P_{pri_FB} の 1 次の位相進み補償を行う第 1 位相進み補償器 1 3 6 と、第 1 位相進み補償器 1 3 6 と直列に設けられ、フィードバックプライマリ指示圧 P_{pri_FB} の 1 次の位相進み補償を行う第 2 位相進み補償器 1 3 7 と、を有する。

40

【 0 0 8 3 】

このような構成のコントローラ 1 2 によれば、2 つの 1 次の位相進み補償によって 2 次の位相進み補償をシンプルに行うことができる。また、2 次の位相進み補償を行うことで、1 次の位相進み補償を行う場合よりも、ゲイン G を低くすることができる。このため、変速制御の安定性を確保しつつ変速機 4 の前後振動を改善することができる。

【 0 0 8 4 】

コントローラ 1 2 では、第 1 位相進み補償器 1 3 6 及び第 2 位相進み補償器 1 3 7 は、進み量 A に応じて第 1 位相進み補償器 1 3 6 のみで位相進み補償を行うように構成される。このような構成のコントローラ 1 2 によれば、進み量 A によっては 2 次の位相進み補償を行うとゲイン G の抑制効果が得られないだけでなく、実際の P T 共振周波数 F_{pt} 及び

50

ピーク値周波数 F_{pk} 間の周波数ずれによって制振効果が損なわれる事態を改善することができる。

【0085】

コントローラ 12 では、第 1 位相進み補償器 136 及び第 2 位相進み補償器 137 は、進み量 A が所定値 A_1 よりも小さい場合に、第 1 位相進み補償器 136 のみで位相進み補償を行うように構成される。このような構成のコントローラ 12 によれば、上述の事態を適切に改善することができる。

【0086】

コントローラ 12 は、2 次の位相進み補償を行う場合に、1 次の位相進み補償を行う場合よりも、ピーク値周波数 F_{pk} を低くする。このような構成のコントローラ 12 によれば、2 次の位相進み補償を行う場合に、周波数ずれのずれ方向によって、偏った態様で進み量 A が大きく減少しないようにすることができる。このため、2 次の位相進み補償を行う場合に、周波数ずれによって制振効果が大きく損なわれないようにすることができる。

10

【0087】

以上、本発明の実施形態について説明したが、上記実施形態は本発明の適用例の一部を示したに過ぎず、本発明の技術的範囲を上記実施形態の具体的構成に限定する趣旨ではない。

【0088】

上述した実施形態では、進み補償オンオフ決定部 133 が、回転速度 N_{pri} 、入力トルク T_{sec} 、変速比 R_{ratio} 、及び変化率 の 4 つのパラメータすべてに応じて、フィードバックプライマリ指示圧 P_{pri_FB} の位相進み補償のオンオフを決定する場合について説明した。

20

【0089】

しかしながら、進み補償オンオフ決定部 133 は、入力トルク T_{sec} 、変速比 R_{ratio} 、及び変化率 のうち少なくともいずれかのパラメータに応じて、位相進み補償のオンオフを決定するように構成されてもよい。この場合でも、当該パラメータとの関係で変速機 4 の変速安定性を適切に高めることで、前後振動を改善することができる。

【0090】

上述した実施形態では、コントローラ 12 が、進み量 A が所定値 A_1 よりも小さい場合に、第 1 位相進み補償器 136 のみで位相進み補償を行うように構成される場合について説明した。しかしながら、コントローラ 12 は、第 2 位相進み補償器 137 のみで 1 次の位相進み補償を行うように構成されてもよい。

30

【0091】

また、上述した実施形態では、目標変速比 R_{ratio_D} と実変速比 R_{ratio_A} とに基づいてフィードバック制御を行う、所謂、サーボ系のフィードバック制御を行う FB 補償器 132 を用いる場合について説明した。しかしながら、サーボ系のフィードバック制御に限らず、例えば、入力トルクの変動に応じてフィードバック制御を行う FB 補償器を用いる構成としてもよい。

【0092】

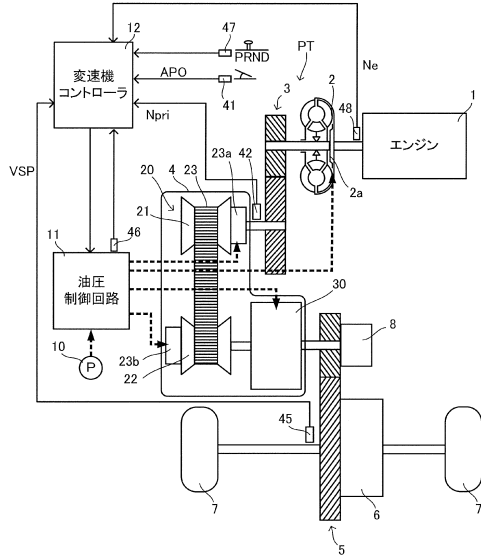
上述した実施形態では、コントローラ 12 が無段変速機の制御装置として構成される場合について説明した。しかしながら、無段変速機の制御装置は例えば、複数のコントローラで実現されてもよい。

40

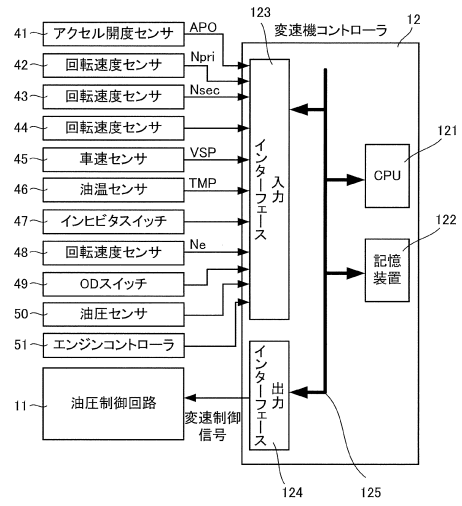
【0093】

本願は 2016 年 3 月 17 日に日本国特許庁に出願された特願 2016 - 53307 に基づく優先権を主張し、この出願のすべての内容は参照により本明細書に組み込まれる。

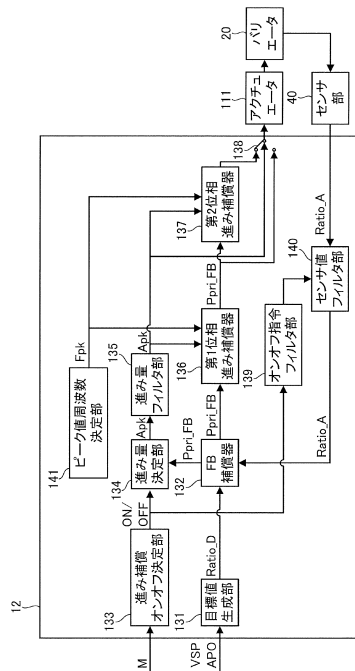
【図1】



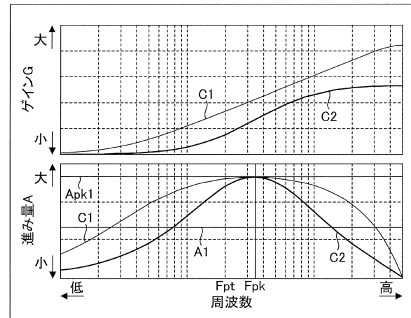
【図2】



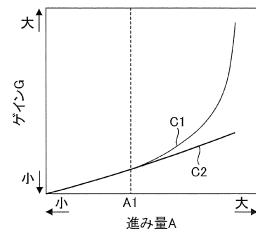
【図3】



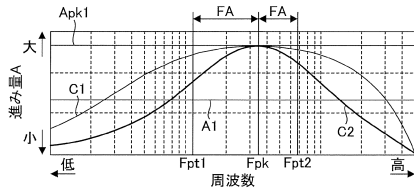
【図4】



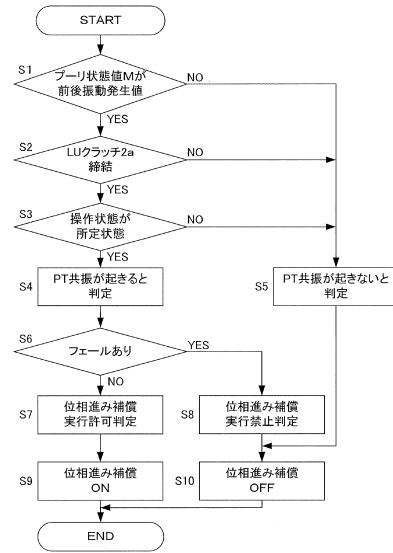
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2000-18372(JP,A)
特開2005-69455(JP,A)
特開2002-106700(JP,A)
特開2002-21994(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F16H 61/04, 59/68, 61/66, 59/42