

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2006-226513

(P2006-226513A)

(43) 公開日 平成18年8月31日(2006.8.31)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
F 1 6 H 61/02 (2006.01)	F 1 6 H 61/02	3 J 5 5 2
F 1 6 H 9/00 (2006.01)	F 1 6 H 9/00	F
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	
F 1 6 H 59/68 (2006.01)	F 1 6 H 59:68	
審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 12 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2005-44547 (P2005-44547)

(22) 出願日 平成17年2月21日 (2005.2.21)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町1番地

(74) 代理人 100083998

弁理士 渡辺 丈夫

(72) 発明者 伊藤 良雄

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 神▲崎▼ 謙太郎

愛知県名古屋市中区東桜1丁目13番3号
NHK名古屋放送センタービル20階
株式会社トヨタコミュニケーションシステム内

最終頁に続く

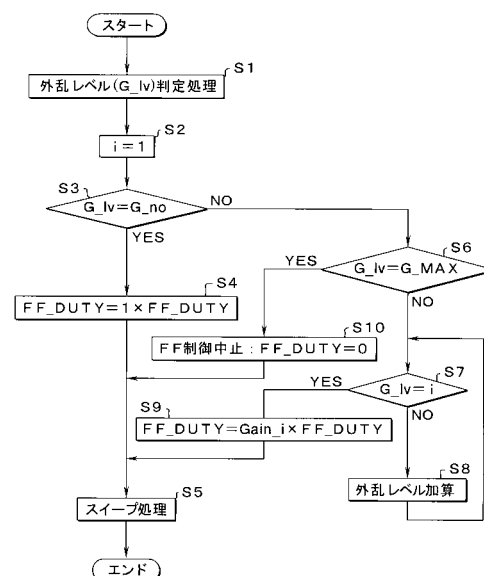
(54) 【発明の名称】 ベルト式無段変速機の変速制御装置

(57) 【要約】

【課題】 実出力回転数を変化させる外乱が発生した場合に、フィードフォワード制御に基づく変速比の変動を抑制することの可能な変速制御装置を提供する。

【解決手段】 入力側プーリまたは出力側プーリのうち、いずれか一方のプーリの溝幅を調整することにより、入力回転数と出力回転数との間の変速比を制御することが可能であり、変速比の制御にあたり、目標入力回転数と実入力回転数との偏差に基づいて実入力回転数を制御するフィードバック制御と、一方のプーリの溝幅を制御する油圧室へのオイルの流入・流出量により制御量を算出して変速比を制御するフィードフォワード制御とを選択可能なベルト式無段変速機の変速制御装置において、実出力回転数を変化させる外乱が発生した場合は、フィードフォワード制御の制御量を低減するかまたはフィードフォワード制御を中止する外乱対処手段(ステップS3, S6, S7, S8, S9, S10)を有する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

入力側プーリおよび出力側プーリに無端状のベルトを巻き掛けたベルト式無段変速機が設けられており、前記入力側プーリまたは前記出力側プーリのうち、いずれか一方のプーリの溝幅を調整することにより、入力回転数と出力回転数との間の変速比を制御することが可能であり、前記変速比の制御にあたり、目標入力回転数と実入力回転数との偏差に基づいて実入力回転数を制御するフィードバック制御と、前記一方のプーリの溝幅を制御する油圧室へのオイルの流入・流出量から求められる制御量に基づいて変速比を制御するフィードフォワード制御とを選択可能なベルト式無段変速機の変速制御装置において、

前記実出力回転数が変化する場合、前記フィードフォワード制御の制御量を低減するか、または前記フィードフォワード制御を中止する外乱対処手段を有していることを特徴とするベルト式無段変速機の変速制御装置。 10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、ベルト式無段変速機の変速比を制御する変速制御装置に関し、特に、その変速制御をフィードバック制御とフィードフォワード制御とによって実行するように構成された変速制御装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

車両用の無段変速機は、変速比を連続的に変化させることができるので、車速やエンジン回転数、アクセルペダルの踏み込み量に代表される駆動要求量などの車両の状態に基づいて目標入力回転数もしくは目標変速比などの目標値を求め、実際の入力回転数あるいは実際の変速比などの実際値がその目標値に一致するように変速比が制御される。このような変速比制御は、目標値と実際値との偏差に基づくフィードバック制御によって通常実行される。フィードバック制御は、偏差に所定のゲインを掛けて制御量を求める制御であるから、偏差が生じることによって実行され、偏差の発生を前提とするので、不可避免的な制御の遅れがある。これを是正するためにゲインを大きくすると、ハンチングが生じたり、あるいは収束性が悪くなるなどの不都合が生じる。そこで、従来では、フィードフォワード制御を併用することがおこなわれている。フィードフォワード制御は、目標値に基づいて制御量を算出する制御であるから、偏差の検出を待つことなく制御を実行でき、応答性の点ではフィードバック制御よりも優れている。そのために特許文献 1 に記載された発明は、フィードバック制御とフィードフォワード制御とを選択的に切り替えて変速制御を行うように構成されている。 20

【0003】

この特許文献 1 においては、実プライマリ回転数と定常目標回転数との偏差の絶対値が求められ、その絶対値が所定値以上であるか否かが比較・判定される。そして、その絶対値が所定値未満であると判定された場合は、プライマリ回転数のフィードバック制御がおこなわれる。これに対して、その絶対値が所定値以上であると判定された場合は、基本的にはフィードフォワード制御がおこなわれる。なお、フィードバック制御を含む無段変速機の変速制御装置は、特許文献 2 ないし特許文献 4 にも記載されている。 30

【特許文献 1】特開平 6 - 109113 号公報

【特許文献 2】特許第 3048577 号公報

【特許文献 3】特許第 2970917 号公報

【特許文献 4】特開平 10 - 252880 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、ベルト式無段変速機の変速制御にあたり、フィードバック制御の他に、一方のプーリの溝幅を制御する油圧室へのオイルの流入・流出量により制御量を算出して変速 50

比を制御するフィードフォワード制御を組み合わせることで実行することが考えられる。しかしながら、このようにフィードバック制御とフィードフォワード制御とを組み合わせることで実行した場合、悪路走行などにより実出力回転数に変動する外乱が発生すると、フィードフォワード制御の制御量がハンチングし、変速比の変動が大きくなる恐れがあった。

【0005】

この発明は上記の技術的課題に着目してなされたものであって、車両が悪路走行することによって起因して実出力回転数が変化する外乱が発生する場合でも、フィードフォワード制御に基づく変速比の変動を抑制することの可能なベルト式無段変速機の変速制御装置を提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】

10

【0006】

上記の目的を達成するために、請求項1の発明は、入力側プーリおよび出力側プーリに無端状のベルトを巻き掛けたベルト式無段変速機が設けられており、前記入力側プーリまたは前記出力側プーリのうち、いずれか一方のプーリの溝幅を調整することにより、入力回転数と出力回転数との間の変速比を制御することが可能であり、前記変速比の制御にあたり、目標入力回転数と実入力回転数との偏差に基づいて実入力回転数を制御するフィードバック制御と、前記一方のプーリの溝幅を制御する油圧室へのオイルの流入・流出量から求められる制御量に基づいて変速比を制御するフィードフォワード制御とを選択可能なベルト式無段変速機の変速制御装置において、前記実出力回転数が変化する外乱が発生する場合は、前記フィードフォワード制御の制御量を低減するか、または前記フィードフォワード制御を中止する外乱対処手段を有していることを特徴とするものである。

20

【発明の効果】

【0007】

この発明によれば、入力回転数と出力回転数との間の変速比を制御する場合に、フィードバック制御およびフィードフォワード制御を実行可能である。具体的には、フィードバック制御では、目標入力回転数と実入力回転数との偏差に基づいて実入力回転数が制御される。また、フィードフォワード制御では、一方のプーリの溝幅を制御する油圧室へのオイルの流入・流出量から求められる制御量に基づいて、変速比が制御される。そして、実出力回転数が変化する外乱が発生する場合は、フィードフォワード制御の制御量を低減するか、またはフィードフォワード制御を中止（禁止）することが可能である。したがって、「フィードフォワード制御の実行によって変速比が大きく変化すること」を抑制できる。

30

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

つぎに、この発明を具体例に基づいて説明する。まず、この発明を適用できる車両の構成例を、図2に基づいて説明する。この図2には、ベルト式無段変速機1を搭載した車両V_eが示されているとともに、車両V_eの制御系統が示されている。ベルト式無段変速機1においては、駆動プーリ（プライマリプーリ）2と従動プーリ（セカンダリプーリ）3とが、それぞれの中心軸線を互いに平行にして所定の間隔を空けて配置されている。その駆動プーリ2は、無端状のベルト4を巻き掛けるいわゆるV溝の幅を変更できるようになっており、駆動プーリ2は、プライマリシャフト30と一体回転し、かつ、軸線方向には固定された固定プーリ片5と、プライマリシャフト30と一体回転し、かつ、軸線方向に動作可能に構成された可動プーリ片6とを有している。その可動プーリ片6の背面側に、可動プーリ片6を軸線方向に動作させるための油圧アクチュエータ7が設けられている。油圧アクチュエータ7は、可動プーリ片6に軸線方向の推力を与える油圧室31を有している。そして、これら固定プーリ片5と可動プーリ片6との対向面が、テーパ角の一定なテーパ面となっていて、これらのテーパ面によって前記V溝が形成されている。

40

【0009】

前記従動プーリ3は、セカンダリシャフト32と一体回転し、かつ、軸線方向には固定された固定プーリ片8と、セカンダリシャフト32と一体回転し、かつ、軸線方向に動作

50

可能な可動プーリ片 9 とを有している。そして、これら固定プーリ片 8 と可動プーリ片 9 との対向面が、テーパ角の一定なテーパ面となっていて、これらのテーパ面によって V 溝が形成されている。さらに、可動プーリ片 9 の背面側に、可動プーリ片 9 を軸線方向に動作させるための油圧アクチュエータ 10 が設けられている。油圧アクチュエータ 10 は、可動プーリ片 9 に軸線方向の推力を与える油圧室 33 を有している。

【0010】

このベルト式無段変速機 1 の駆動プーリ 2 が、発進クラッチやトルクコンバータなどを介して、エンジンやモータ・ジェネレータなどの動力源 11 に連結されている。ここで、エンジンとしては、内燃機関および外燃機関が挙げられるが、この実施例では、内燃機関、具体的には、ガソリンエンジン、ディーゼルエンジン、LPG エンジンなどが用いられている場合について説明する。以下、動力源 11 に代えてエンジン 11 と記す。また、セカンダリシャフト 32 が、デファレンシャル（図示せず）あるいはプロペラシャフト（図示せず）などを介して駆動輪 36 に連結されている。

10

【0011】

上記のベルト 4 は、各プーリ 2, 3 の V 溝に挟み込まれる形状の多数の金属片を環状に配列し、それらの金属片をフープと称される環状の金属バンドによって結束して構成されている。したがって、ベルト 4 の全長はフープによって制限されるから、各プーリ 2, 3 によってベルト 4 を挟み付けると、V 溝の傾斜面（テーパ面）によってベルト 4 を半径方向で外側に押し出す向きの力が作用し、その結果、ベルト 4 に張力が加えられるとともに、ベルト 4 と各プーリ 2, 3 との接触圧力が発生し、その接触圧力と摩擦係数とで決まる摩擦力によって、ベルト 4 と各プーリ 2, 3 との間でトルクが伝達される。このようにベルト 4 を挟み付ける圧力が挟圧力であって、例えば、従動プーリ 3 側の油圧アクチュエータ 10 の油圧室 33 の油圧に応じて挟圧力が制御される。

20

【0012】

これに対していずれか一方のプーリにおいてベルト 4 を挟み付ける圧力が相対的に増大し、あるいは低下すると、ベルト 4 の張力に抗してベルト 4 が当該一方のプーリで半径方向で外側に押し出され、あるいは反対に半径方向で内側に入り込み、同時に他方のプーリではベルト 4 が半径方向で内側に入り込み、あるいは半径方向で外側に押し出される。このような巻き掛け半径の変更が変速の実行であり、例えば、駆動プーリ 2 側の油圧アクチュエータ 7 の油圧室 31 に供給される圧油の流量を制御することにより、変速比が制御される。

30

【0013】

上記のベルト式無段変速機 1 における変速は、駆動プーリ 2 の溝幅を変化させて、ベルト 4 の各プーリ 2, 3 に対する巻き掛け半径を変更することにより実行するように構成されている。そのための油圧制御回路 34 について説明すると、駆動プーリ 2 側の油圧アクチュエータ 7 の油圧室 31 には、油路 35 を介在させて、アップシフト制御弁 12 およびダウンシフト制御弁 13 が並列に接続されている。

【0014】

そのアップシフト制御弁 12 は、駆動プーリ 2 側の油圧アクチュエータ 7 の油圧室 31 に対する圧油の供給を制御するバルブであって、ソレノイドバルブ 14 から出力される信号圧によって動作するように構成されている。具体的に説明すると、アップシフト制御弁 12 は、装置の全体の元圧であるライン圧 PL、もしくは、ライン圧 PL の補正圧が供給される入力ポート 15 と、前記油路 35 に接続され、かつ、入力ポート 15 に選択的に連通される出力ポート 16 と、デューティ比に応じた信号圧がソレノイドバルブ 14 から加えられることにより、図示しない弁体を動作させる信号圧ポート 17 とを備えている。なお、符号 18 はスプリングであって、信号圧に対抗する方向に弾性力を、弁体に対して付与するように配置されている。したがって、ソレノイドバルブ 14 におけるデューティ比に応じて、油圧アクチュエータ 7 の油圧室 31 に圧油が供給されるようになっている。

40

【0015】

また、ダウンシフト制御弁 13 は、油圧アクチュエータ 7 の油圧室 31 から圧油を排出

50

する制御を実行するためのバルブであって、ソレノイドバルブ 19 から出力される信号圧によって動作するように構成されている。具体的に説明すると、ダウンシフト制御弁 13 は、油路 35 に接続された入力ポート 20 と、その入力ポート 20 に選択的に連通されるドレインポート 21 と、デューティ比に応じた信号圧がソレノイドバルブ 19 から加えられることにより、図示しない弁体を動作させる信号圧ポート 22 とを備えている。なお、符号 23 はスプリングであって、信号圧に対抗する方向の弾性力を弁体に対して付与するように配置されている。したがって、ソレノイドバルブ 19 におけるデューティ比に応じて、油圧アクチュエータ 7 の油圧室 31 から圧油が排出されるようになっている。なお、油圧制御回路 34 は、油圧室 33 の油圧を制御する油路（図示せず）およびソレノイドバルブ（図示せず）などを有している。

10

【0016】

そして、変速を制御する機能を有する電子制御装置（ECU）24 が設けられている。この電子制御装置 24 は、マイクロコンピュータを主体として構成されたものであって、電子制御装置 24 には、アクセル開度、車速、ベルト式無段変速機 1 の入力回転数および出力回転数、エンジン回転数などの信号が入力される。そして、電子制御装置 24 においては、アクセル開度や車速、エンジン回転数などの入力データと、予め記憶しているデータなどに基づいて演算を行って変速を判断するとともに、その変速判断に基づいて、ソレノイドバルブ 14, 19 の通電状態を制御するためのデューティ比などを演算し、そのデューティ比に応じた制御信号を出力するように構成されている。また、この電子制御装置 24 は、油圧室 33 の油圧を制御するソレノイドバルブなどを制御することにより、前記従動プーリ 3 がベルト 4 を挟み付けてベルト式無段変速機 1 における伝達トルク容量を設定する挟圧力を制御するように構成されている。

20

【0017】

したがって、上記のベルト式無段変速機 1 は、アクセル開度や車速などの車両の走行状態に基づいて目標変速比あるいは目標入力回転数（エンジン 11 もしくは駆動プーリ 2 の目標回転数）が設定され、実変速比や実入力回転数がその目標値に一致するように、電子制御装置 24 が制御信号をいずれかのソレノイドバルブ 14, 19 に出力するように構成されている。そして、いずれかのソレノイドバルブ 14, 19 が、入力されたデューティ比に応じた信号圧を出力することにより、アップシフト制御弁 12 から駆動プーリ 2 側の油圧アクチュエータ 7 に圧油が供給されてアップシフトが実行され、あるいはその油圧アクチュエータ 7 からダウンシフト制御弁 13 を介して圧油が排出させられてダウンシフトが実行される。

30

【0018】

上記のアップシフトおよびダウンシフトの変速制御では、フィードバック制御およびフィードフォワード制御を組み合わせることで実行可能である。フィードバック制御は、目標入力回転数や目標変速比などの目標値と、実際の入力回転数や変速比などの実際値との偏差を求め、その偏差を小さく（少なく）するように、実際の入力回転数や変速比などの実際値を制御することである。これに対して、フィードフォワード制御は、油圧室 31 におけるオイルの供給量・排出量と、入力回転数や変速比との対応関係をモデルベースに基づいてデータ化しておき、そのモデルベース化されたオイル量と、変速比もしくは入力回転数との関係に基づいて、実入力回転数や実変速比が、目標入力回転数や目標変速比となるように、油圧室 31 におけるオイルの供給・排出量を制御することである。このフィードフォワード制御およびフィードバック制御に用いる制御量は、目標とする変速を達成するための制御指令信号であって、具体的には前記いずれかのソレノイドバルブ 14, 19 に出力するデューティ比（%）である。

40

【0019】

図 3 は、その変速制御の基本的な内容を説明するためのフローチャートであって、先ず、フィードフォワード（FF）制御用の目標入力回転数 N_{INTSTA} が算出される（ステップ S100）。この目標入力回転数 N_{INTSTA} は、例えば、基本目標入力回転数 N_{INC} をなまし処理して算出する。この基本目標入力回転数 N_{INC} は、エンジン 11

50

とベルト式無段変速機 1 とを協調制御する際に、アクセル開度と車速とに基づいて算出することが可能である。より具体的には、アクセル開度とその時点の車速とに基づいて要求駆動力が求められる。これは、例えば予め用意したマップから求められる。その要求駆動力と車速とからエンジン 11 の要求出力が算出され、その要求出力を最小の燃費で出力するエンジン回転数が、マップを使用して求められる。こうして求められたエンジン回転数に対応するベルト式無段変速機 1 の入力回転数が、基本目標入力回転数 N_{INC} である。なお、エンジン 11 の負荷は、上記の目標出力とエンジン回転数とに基づいて算出され、その目標出力を達成するようにエンジン 11 のスロットル開度が制御される。

【0020】

このステップ S 100 について、フィードバック (FB) 制御用の目標入力回転数 N_{INT} を算出する (ステップ S 101)。ここで、目標入力回転数 N_{INT} として、前述の目標入力回転数 N_{INTSTA} または、目標入力回転数 N_{INTSTA} に対する応答遅れを考慮した目標入力回転数 N_{INTNFF} のいずれかが選択される。ここで、目標入力回転数 N_{INTNFF} は、例えば、次式により算出される。

$$N_{INTNFF}(i) = N_{INTNFF}(i-1) + \{N_{INTSTA}(i-K1) - N_{INTNFF}(i-1)\} \times K2$$

【0021】

上記の式において、「 (i) 」は、制御ルーチンの実行周期における (i) 番目の周期、つまり「今回」を意味し、「 $(i-1)$ 」は前回を意味する。また、「 $K1$ 」は、無駄時間に相当する係数もしくは補正值であり、「 $K2$ 」は、なまし量を決定する時定数もしくは補正值である。さらに、上記の目標入力回転数 N_{INTSTA} または目標入力回転数 N_{INTNFF} のいずれかを選択する場合の判断は、フィードフォワード制御が禁止されているか否かによりおこなわれる。具体的には、フィードフォワード制御が禁止されている場合は、目標入力回転数 N_{INTSTA} が選択され、フィードフォワード制御が許可されている場合は、目標入力回転数 N_{INTNFF} が選択される。なお、フィードフォワード制御が禁止される条件としては、急激な加速要求により、ベルト式無段変速機 1 でダウンシフトが生じる場合、車両が低摩擦係数路を走行して駆動輪 36 がスリップする場合などが挙げられる。

【0022】

上記のステップ S 101 について、実出力回転数 N_{OUT} のなまし補正回転数 (遅れ補正なまし値) N_{OUTH} が算出される (ステップ S 102)。実出力回転数 N_{OUT} は、適宜のセンサによって検出されており、これをフィルタ処理することによりなまし補正回転数 N_{OUTH} が求められる。なお、このなまし処理 (フィルタ処理) は、検出信号に含まれるノイズ (外乱成分) を除去するための処理であるが、そのノイズの要因や程度は必ずしも一律ではないので、なまし係数 (フィルタ処理の係数) はノイズあるいは外乱の要因や程度に応じて変更することが好ましい。

【0023】

ついで、そのなまし補正回転数 N_{OUTH} を利用して目標変速比 R_{ATIO} が算出される (ステップ S 103)。すなわち、変速比は駆動プーリ 2 の回転数と従動プーリ 3 の回転数との比であるから、目標変速比 R_{ATIO} が、上述した目標入力回転数 N_{INT} と実出力回転数 N_{OUT} のなまし補正回転数 N_{OUTH} との比として算出される。

【0024】

図 2 に示すベルト式無段変速機 1 は、各プーリ 2, 3 に対するベルト 4 の巻き掛け半径に応じて変速比が設定されるから、目標変速比 R_{ATIO} を達成するための可動プーリ片 6 の位置 WDX が算出される (ステップ S 104)。ここで、位置 WDX とは軸線方向における位置を意味する。すなわち変速比と可動プーリ片 6 の位置 WDX とは、プーリの形状に基づいて幾何学的に定まるので、目標変速比 R_{ATIO} と可動プーリ片 6 の位置 WDX との関係性を予めマップとして用意しておき、そのマップと目標変速比 R_{ATIO} とから可動プーリ片 6 の位置 WDX が求められる。

【0025】

前述した目標入力回転数 $NINT$ は、最終的に到達するべき回転数として設定されるのではなく、時々刻々の目標値として設定されるから、それに基づく前記目標変速比 $RATIO$ も時々刻々変化する値として算出される。したがって可動プーリ片 6 の位置 WDX は時間毎の位置として求められる。したがって次のステップ $S105$ では、所定時間の可動プーリ片 6 の移動量 DXT が算出される。これは、可動プーリ片 6 の位置 WDX の移動平均として求めることができる。

【0026】

次に、目標変速比 $RATIO$ の変化量を達成するための上記の所定時間の可動プーリ片 6 の移動量 DXT を実現するのに要する駆動プーリ 2 の油圧アクチュエータ 7 に対する圧油の流量値 QIN が算出される（ステップ $S106$ ）。要は、その油圧アクチュエータ 7 におけるピストン（図示せず）の受圧面積と可動プーリ片 6 の移動量 DXT との積である。

10

【0027】

駆動プーリ 2 側の油圧アクチュエータ 7 の油圧室 31 に対する圧油の給排の制御は、図 2 に示すソレノイドバルブ 14, 19 をデューティ制御することによって行われるが、そのデューティ比に応じた圧油の流量は、その流入口と流出口との差圧に関係するので、先ず、その差圧（駆動プーリ 2 におけるオイルの流入出差圧） $SAATU$ が算出される（ステップ $S107$ ）。これは、所定のモデルに基づく制御で得られたデータを用いればよい。そして、この差圧 $SAATU$ と前記流量値 QIN との関係を示すマップに基づいて、フィードフォワード制御での制御量（ FF 制御量） $DQSCFFT$ が算出される（ステップ $S108$ ）。

20

【0028】

なお、軸線方向における駆動プーリ 2 の目標位置と、実際の位置との偏差を解消するためのフィードバック制御も併せて実行されるので、その偏差とフィードバックゲインとに基づくいわゆるフィードバック制御量（ FB 制御量） $DQSCFB$ が算出される（ステップ $S109$ ）。そして、これらの算出された制御量 $DQSCFFT$ および制御量 $DQSCFB$ に基づいて、変速出力制御量（具体的には前記ソレノイドバルブ 14, 19 のデューティ比）が算出される（ステップ $S110$ ）。

【0029】

このように、フィードバック制御とフィードフォワード制御とを組み合わせ、かつ、並行して実行する。ところで、フィードフォワード制御の制御量、つまり、ソレノイドバルブ 14, 19 のデューティ比は、基本的には図 3 のようにして求めることが可能であるが、車両 Ve の走行時に外乱が発生して、実出力回転数が急激に変化すると、ベルト式無段変速機 1 の実際の変速比（巻き掛け半径比）は変化していないにも関わらず、ステップ $S108$ で求められる FF 制御量が頻繁に変化する現象、すなわち、ハンチングが生じる可能性がある。このようなフィードフォワード制御量がハンチングすることを防止するための制御例を、図 1 のフローチャートに基づいて説明する。なお、ステップ $S101$ でフィードフォワード制御が禁止されて、ステップ $S108$ に進む場合も、この図 1 の制御内容と同じ処理が実行される。

30

【0030】

まず、車両 Ve の走行中に、実際の外乱レベル（ G_lv ）の判定処理がおこなわれる（ステップ $S1$ ）。外乱とは、実出力回転数に影響を及ぼす要因であり、車両 Ve が悪路、例えば、未舗装路、凹凸道路、砂利道、泥濘道路、低摩擦係数路など走行する場合は、駆動輪 36 がスリップして、実出力回転数が変動する可能性がある。したがって、外乱レベルは、所定時間内における実出力回転数の変化傾向から判定可能である。

40

【0031】

このステップ $S1$ について、仮の外乱レベル（ i ）として「1」を設定する（ステップ $S2$ ）。仮の外乱レベルは、後述のように外乱時ゲインを決定する場合に用いる。この実施例では、外乱レベルを数字として、「零」および整数を用いており、「零」は外乱無しを意味し、外乱レベルを示す数値が大きくなるほど、外乱レベルが大きく（高く）なる

50

ことを意味する。このステップ S 2 について、

$$G_lv = G_no$$

であるか否かが判断される (ステップ S 3)。ここで、「 G_no 」は外乱無し、つまり、($G_lv = 0$)を意味する。このステップ S 3 で肯定的に判断された場合は、

$$FF_DUTY = 1 \times FF_DUTY$$

の処理が実行され (ステップ S 4)、ステップ S 5 に進む。ここで、「 FF_DUTY 」はフィードフォワード制御用のデューティ比、つまり、図 3 のステップ S 101 でフィードフォワード制御が許可されてステップ S 108 に進み、そのステップ S 108 で求められた FF 制御量を意味する。また、「1」は、外乱時用のゲインである。この実施例においては、外乱用のゲインは「0」ないし「1」の範囲で設定される。そして、ステップ S 4 のように、外乱時用のゲインが「1」に設定されるということは、図 3 のステップ S 108 で求められた FF 制御量が、そのまま用いられることを意味する。なお、ステップ S 5 の処理については後述する。

【0032】

一方、前記ステップ S 3 で否定的に判断された場合は、

$$G_lv = G_MAX$$

であるか否かが判断される (ステップ S 6)。ここで、「 G_MAX 」は、外乱レベルの最大値であり、このステップ S 6 で否定的に判断された場合は、

$$G_lv = i$$

であるか否かが判断される (ステップ S 7)。つまり、ステップ S 1 で判定された実際の外乱レベル (G_lv) と、仮の外乱レベル ($i = 1$) とが等しいか否かが判断される。このステップ S 7 で否定的に判断された場合は、現時点における仮の外乱レベル (i) に対して、外乱レベルを示す整数「1」を加算する処理 (インクリメント) が実行され (ステップ S 8)、ステップ S 7 に戻る。そして、ステップ S 7 で肯定的に判断された場合は

$$FF_DUTY = Gain_i \times FF_DUTY$$

とする処理が実行され (ステップ S 9)、ステップ S 5 に進む。ここで、「 $Gain_i$ 」は外乱時用ゲインであり、ステップ S 7 で肯定的に判断された時点における仮の外乱レベルに基づいて決定される。具体的には、外乱レベルを示す数値が大きくなるほど、外乱時用ゲインが零に近づけられる。

【0033】

前記ステップ S 6 で肯定的に判断された場合は、

$$FF_DUTY = 0$$

とする処理を実行し (ステップ S 10)、ステップ S 5 に進む。このステップ S 10 の処理は、フィードフォワード制御を中止 (禁止) することを意味するが、図 3 のフローチャートで述べたフィードバック制御は継続される。前記ステップ S 5 では、外乱時用ゲインを変更する場合において、そのゲインをスロープ変化させる処理が実行され、この制御ルーチンを終了する。つまり、外乱時用ゲインを急激に変化させることなく、緩やかな勾配で変化させる制御が実行される。

【0034】

ここで、図 1 のフローチャートに対応するタイムチャートの一例を、図 4 に基づいて説明する。時刻 t_1 以前においては、実出力回転数が略一定、つまり、外乱が無い状態であり、実際の外乱レベル G_lv が G_no と判定されているとともに、外乱時用ゲイン $Gain_i$ が「1」に設定され、 FF 制御実行フラグがオンされている。つまり、時刻 t_1 以前においては、フィードフォワード制御が実行されている。

【0035】

時刻 t_1 以降は、実出力回転数が所定回転数よりも高回転数側で変動する外乱が発生し、実際の外乱レベル G_lv が「1」と判定されている。外乱レベル G_lv 「1」は最大値「 MAX 」未満であるため、 FF 制御実行フラグがオンされ、外乱時用ゲイン $Gain_i$ が「1」未満に設定される。そして、フィードフォワード制御用デューティ比 FF

10

20

30

40

50

__D U T Y は、実線で示すように、ダウン側において、零%ないし(+)100%未満の範囲で制御されている。

【0036】

また、時刻 t 2 以降は、実出力回転数が所定回転数を境として高低に変動する外乱が発生し、実際の外乱レベル G __l v が「2」と判定されている。外乱レベル G __l v 「2」は最大値「MAX」未満であるため、FF制御実行フラグがオンされ、外乱時用ゲイン G a i n __i が「1」未満に設定される。そして、フィードフォワード制御用デューティ比 F F __D U T Y は、ダウン側において、零%ないし100%未満の範囲で制御され、かつ、アップ側において、零%ないし(-)100%未満の範囲で制御されている。

【0037】

さらに、時刻 t 3 以降は、実出力回転数が所定回転数を境として高低に変動する外乱が発生し、実際の外乱レベル G __l v が「3」と判定されている。外乱レベル G __l v 「3」は最大値「MAX」未満であるため、FF制御実行フラグがオンされ、外乱時用ゲイン G a i n __i が「1」未満に設定される。そして、フィードフォワード制御用デューティ比 F F __D U T Y は、ダウン側において、零%ないし100%未満の範囲で制御され、かつ、アップ側において、零%ないし(-)100%未満の範囲で制御されている。

【0038】

さらに、時刻 t 4 以降は、実出力回転数が所定回転数を境として高低に変動する外乱が発生し、実際の外乱レベル G __l v が最大値「MAX」と判定されて、FF制御実行フラグがオフされている。つまり、フィードフォワード制御は中止されており、フィードフォワード制御用デューティ比 F F __D U T Y は、零%となっている。

【0039】

さらに、時刻 t 5 以降は、実出力回転数が所定回転数よりも高回転数で変動する外乱が発生し、実際の外乱レベル G __l v が「3」と判定されている。外乱レベル G __l v 「3」は最大値「MAX」未満であるため、FF制御実行フラグがオンされ、外乱時用ゲイン G a i n __i が「1」未満に設定される。そして、フィードフォワード制御用デューティ比 F F __D U T Y は、ダウン側において、零%ないし(+)100%未満の範囲で制御されている。

【0040】

さらに、時刻 t 6 以降は、実出力回転数が所定回転数よりも高回転数で変動する外乱が発生し、実際の外乱レベル G __l v が「1」と判定されている。外乱レベル G __l v 「1」は最大値「MAX」未満であるため、FF制御実行フラグがオンされ、外乱時用ゲイン G a i n __i が「1」未満に設定される。そして、フィードフォワード制御用デューティ比 F F __D U T Y は、ダウン側において、零%ないし(+)100%未満の範囲で制御されている。

【0041】

さらに、時刻 t 7 以降においては、実出力回転数が略一定、つまり、外乱が無い状態であり、実際の外乱レベル G __l v が G __n o と判定されているとともに、外乱時用ゲイン G a i n __i が「1」に設定され、FF制御実行フラグがオンされている。なお、外乱が生じた場合に、ゲインを「1」としてフィードフォワード制御デューティ比 F F __D U T Y を求めた場合の比較例が、図4に破線で示されている。つまり、実施例のルーチンで算出されるフィードフォワード制御デューティ比 F F __D U T Y は、比較例のフィードフォワード制御デューティ比 F F __D U T Y よりも低減された値となる。言い換えれば、実施例の方が比較例よりも変速比の変化量(変化幅)が小さくなる。

【0042】

このように、図1の制御例においては、実出力回転数 N O U T が変化する外乱が発生した場合は、その外乱のレベルに合わせて外乱時用ゲイン G a i n __i を決定し、フィードフォワード制御デューティ比 F F __D U T Y を求める制御を実行するか、またはフィードフォワード制御を中止(禁止)することが可能である。したがって、フィードフォワード制御デューティ比 F F __D U T Y のハンチング量を低減することができる。言い換えれば

10

20

30

40

50

、外乱により実出力回転数が変動した場合に、ベルト式無段変速機 1 の実際の変速比が、フィードフォワード制御により変更されてしまうことを抑制できる。

【 0 0 4 3 】

また、外乱時用ゲイン $G a i n _i$ を変更する場合（フィードフォワード制御の中止から開始に変更する場合、フィードフォワード制御の実行から中止に変更する場合を含む）には、ステップ S 5 のように、フィードフォワード制御デューティ比 $F F _D U T Y$ を徐々に変化させることで、ベルト式無段変速機 1 の変速比の急激な変化によるショックを抑制することができる。さらに、ステップ S 10 のように、フィードフォワード制御が中止されても、フィードバック制御は継続されるため、ベルト式無段変速機 1 の変速比が固定されてしまうことはない。なお、従動プーリ 3 の油圧室 33 に供給・排出されるオイル量を制御することにより、ベルト式無段変速機 1 の変速比を制御することが可能に構成されているとともに、油圧室 31 の油圧を制御するソレノイドバルブなどを制御することにより、前記駆動プーリ 2 がベルト 4 を挟み付けてベルト式無段変速機 1 における伝達トルク容量を設定する挟圧力を制御するように構成されている車両についても、この実施例を適用可能である。

10

【 0 0 4 4 】

この場合は、油圧室 33 のオイル量を制御するソレノイドバルブ（図示せず）のデューティ比を、図 3 の制御によりフィードバック制御およびフィードフォワード制御することが可能であるとともに、図 1 の制御例を実行することにより、外乱のレベルに応じて、油圧室 33 のオイル量を制御するためのソレノイドバルブのデューティ比を決定したり、またはフィードフォワード制御を中止することも可能である。なお、前述したソレノイドバルブの形式が、ノーマルクローズ形式またはノーマルオープン形式のいずれであるか、あるいは、フィードフォワード制御の制御量の算出式などの条件は任意に変更可能であり、これらの条件に合わせて、外乱レベルの大小関係、外乱時用ゲインの大小関係などを逆に設定することも可能である。なお、図 1 のステップ S 1 において、車両が走行する予定の道路における外乱レベルを事前に予測し、その予測結果に基づいて、ステップ S 2 以後の処理をおこなうことも可能である。車両が走行する予定の道路における外乱レベルは、例えば、公知のナビゲーションシステムなどにより判定可能である。

20

【 0 0 4 5 】

ここで、図 1 のフローチャートに示された機能的手段と、この発明の構成との対応関係を説明すると、ステップ S 3 , S 6 , S 7 , S 8 , S 9 , S 10 が、この発明の「外乱対処手段」に相当する。また、図 2 に示された構成と、この発明の構成との対応関係を説明すると、駆動プーリ 2 が、この発明の入力側プーリに相当し、従動プーリ 3 が、この発明の出力側プーリに相当し、油圧室 31 または油圧室 33 が、この発明における油圧室に相当する。また、ソレノイドバルブ 14 , 19 を制御するデューティ比 $F F _D U T Y$ が、この発明の「フィードフォワード制御の制御量」に相当する。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 4 6 】

【図 1】この発明のベルト式無段変速機の変速制御装置による基本的な制御例を説明するためのフローチャートである。

40

【図 2】この発明で対象とするベルト式無段変速機を有する車両の概念図である。

【図 3】図 2 のベルト式無段変速機でフィードバック制御とフィードフォワード制御とを実行するためのフローチャートである。

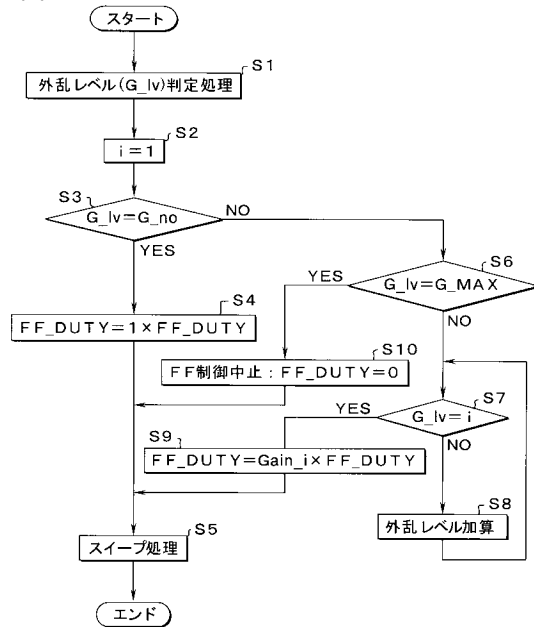
【図 4】図 1 の制御例に対応するタイムチャートである。

【符号の説明】

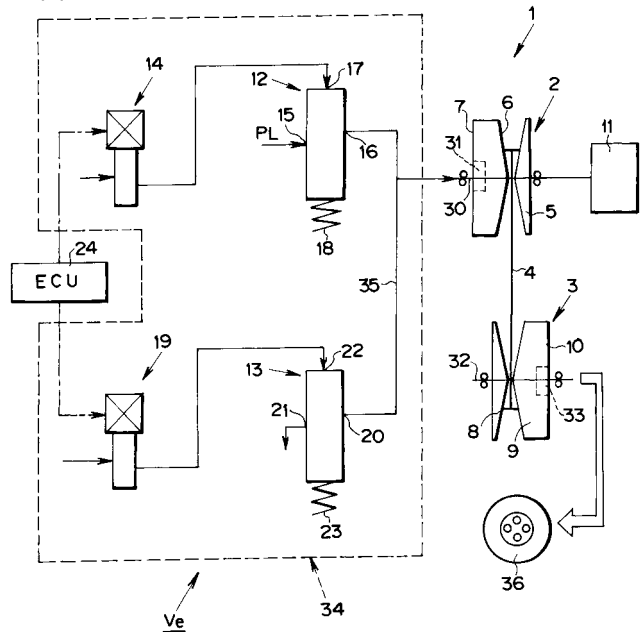
【 0 0 4 7 】

2 ... 駆動プーリ、 3 ... 従動プーリ、 4 ... ベルト、 1 ... ベルト式無段変速機、 31 , 33 ... 油圧室。

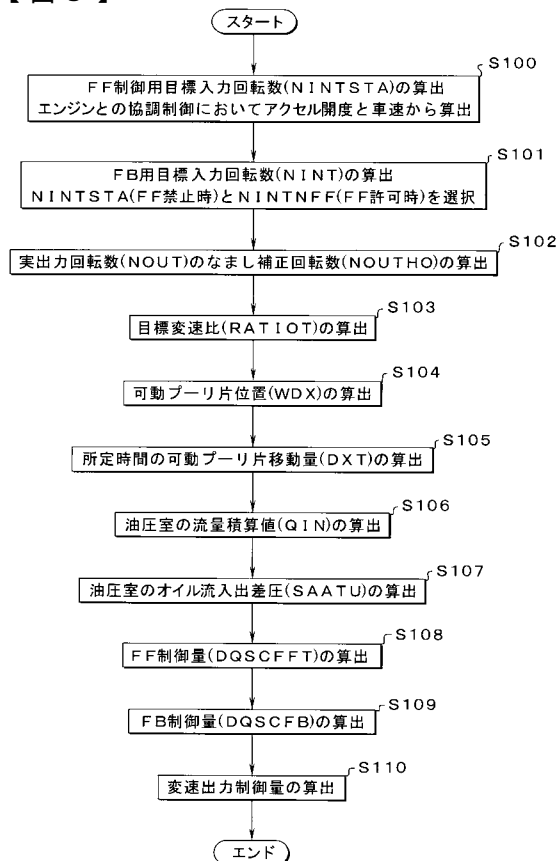
【図 1】



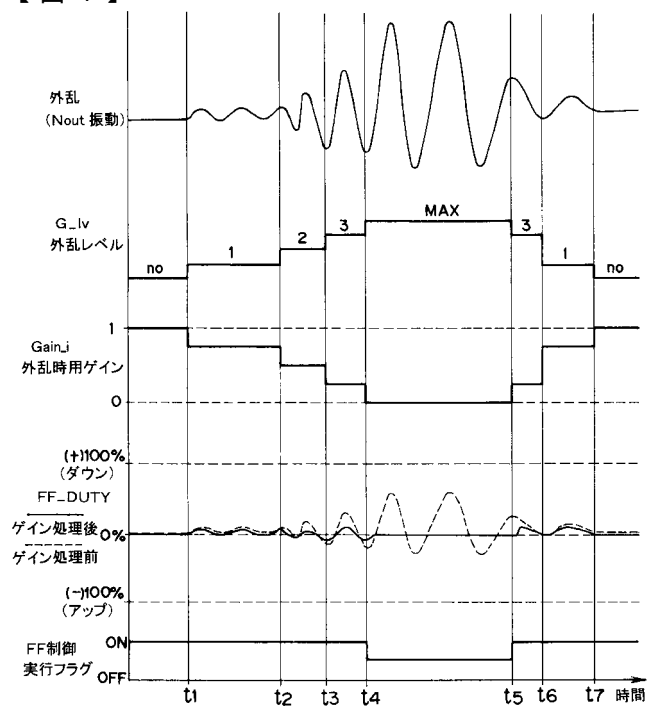
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード(参考)
F 1 6 H 61/662 (2006.01)	F 1 6 H 101:02	

F ターム(参考) 3J552 MA07 MA12 MA13 NA01 NB01 PA56 PA58 RB26 SA36 SA59
SB02 TA01 TA06 VA32W VA37W VA74W VA74Y VB01Z VB08Z VC02Z
VE05Z